



FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

ESTUDO DESCRITIVO E COMPARATIVO DA PERFORMANCE ANAERÓBIA EM FUTEBOLISTAS DE DIFERENTES IDADES

Dissertação apresentada com vista à
obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto
Rendimento Desportivo ao abrigo do Decreto
de Lei n.º 74/2006 de 24 de Março

Orientador: Professor Doutor Filipe Casanova

Co-Orientador: Professor José Oliveira

Luís Miguel Pinto de Matos Branco

Junho de 2016

Ficha de catalogação

Branco, L. M. (2016). Estudo descritivo e comparativo da performance anaeróbia em futebolistas de diferentes idades. Porto: L. Branco. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: FUTEBOL, PERFORMANCE ANAERÓBIA, AVALIAÇÃO, IDADE

AGRADECIMENTOS

Para que este trabalho se tornasse real, houve a participação e o contributo de diversas pessoas, sem as quais não seria possível apresentá-lo. Passo por isso a formalizar a minha gratidão a todos os que me apoiaram e encorajaram.

Ao Professor Doutor Filipe Casanova, orientador desta dissertação, pela paciência e disponibilidade, pelo conhecimento e rigor científico demonstrados na orientação deste trabalho. Agradeço ainda pelo lado invisível do encorajamento, num ano extremamente complicado a nível pessoal e profissional, que sem essa parte não teria sido possível de todo.

Ao Professor Doutor José Oliveira pela sua Co-Orientação, disponibilidade e rigor científico demonstrados ao longo deste ano académico.

Ao Professor Doutor António Figueiredo e Professor Éder Gonçalves pelo apoio concedido ao longo do mestrado e pela preciosa e importante ajuda na avaliação dos atletas.

A todos os treinadores e atletas pela sua disponibilidade e interesse demonstrado na realização dos testes.

À minha família e amigos pelo apoio emocional e total ajuda e disponibilidade demonstrada para seguir com a conclusão do mestrado que iniciei em 2008.

E, cheguei aqui sobretudo por dois pilares na minha vida. O sonho de ser Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo pela Faculdade de Desporto da Universidade do Porto e, pelos meus filhos. Este passo na nossa vida, é por vós e para vós!

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE QUADROS	ix
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
LISTA DE ABREVIATURAS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 – Enquadramento e Pertinência do Estudo.....	1
1.2 – Objetivos do Estudo	4
1.3 – Estrutura do Trabalho	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 – Caracterização Funcional e Fisiológica do Jogo de Futebol.....	7
2.2 – Caracterização Fisiológica dos Exercícios de Curta Duração de Intensidade Máxima	9
2.2.1 – Sistema energético da ATP-PC	10
2.2.2 – Sistema energético da Glicólise Anaeróbia	11
2.2.3 – Contribuições energéticas para exercícios de curta duração e alta intensidade	13
2.2.4 – Características dos atletas de eventos de curta duração e alta intensidade	14
2.3 – Caracterização do tempo e movimento do Jogo de Futebol.....	15
2.3.1 – O perfil da atividade motora do Futebol	17

2.3.2 – Variação posicional.....	18
2.3.3 – Fatores táticos e contextuais	19
2.3.4 – Nível competitivo.....	24
2.3.5 – Fadiga.....	25
2.4 – Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST).....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 – Amostra.....	35
3.2 – Metodologia e <i>Instrumentarium</i>	35
3.3 – Procedimentos estatísticos	36
4. RESULTADOS.....	39
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	41
6. CONCLUSÃO	47
7. BIBLIOGRAFIA.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Frequência absoluta da amostra por Escalões.....	35
Figura 2 – Representação esquemática do RAST.....	36

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Valores médios (média \pm desvio padrão) e comparativos obtidos em cada um dos indicadores de performance (Best Sprint, P _{máx} , P _{méd} , P _{min} e IF) pelos diferentes grupos amostrais	39
--	----

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

$$\text{Potência} = \text{Massa (kg)} \times \text{Distância}^2 \text{ (m)} \times \text{Tempo}^3 \text{ (s)}$$

RESUMO

Dada a importância da capacidade anaeróbia no desempenho dos jovens futebolistas, o presente estudo teve como objetivos: i) descrever e comparar a performance anaeróbia expressa pelos valores de potência máxima ($P_{\text{máx}}$), potência média ($P_{\text{méd}}$), potência mínima (P_{min}) e índice de fadiga (IF) avaliados através de um teste de sprint repetido (Running-based Anaerobic Sprint Test- RAST), em futebolistas de diferentes escalões de idades; ii) descrever e comparar o Best Sprint avaliado através RAST, em futebolistas de diferentes escalões de idades. A amostra foi constituída por 227 futebolistas masculinos, atletas de clubes que competem na primeira divisão nacional, subdivididos em três grupos de idade. O primeiro grupo (G1) $n= 89$; sub-15; o segundo grupo (G2) $n= 107$; sub-17; o terceiro grupo (G3) $n= 31$; sub-19. Para avaliar a performance anaeróbia utilizou-se o RAST. Os valores encontrados para as $P_{\text{máx}}$ (G1=529,89w; G2=717,26w; G3=852,57w; $P<0,05$); $P_{\text{méd}}$ (G1=427,17w; G2=568,52w; G3=685,36w; $P<0,05$); P_{min} (G1=335,02w; G2=445,04w; G3=540,85w; $P<0,05$); IF (G1=35,71; G2=37,72; G3=36,29) e para o Best Sprint (G1= 5,14s; G2= 4,86s G3=4,67). A partir dos resultados obtidos verificamos que o rendimento dos jovens futebolistas expresso pelos valores médios das $P_{\text{máx}}$, $P_{\text{méd}}$, P_{min} e Best Sprint aumentam do escalão de iniciados até ao de juniores, ao contrário do IF que não apresenta diferenças estatisticamente significativas entre os grupos amostrais.

Palavras-Chave: FUTEBOL, PERFORMANCE ANAERÓBIA, AVALIAÇÃO, IDADE.

ABSTRACT

Given the importance of anaerobic capacity in the performance of young players in football, this study aimed to: i) describe and compare the anaerobic performance expressed by the maximum values of peak power (P_{max}), average power (P_{med}), minimum power (P_{min}) and fatigue index (IF) evaluated by a repeated sprint test (Running-based Anaerobic Sprint Test- RAST) in soccer players of different levels of ages; ii) describe and compare the Best Sprint assessed by RAST, in soccer players of different levels of ages. The sample consisted of 227 male soccer players, athletes from clubs competing in the first national league, divided into three age groups. The first group (G1) $n = 89$; U15; the second group (G2), $n = 107$; U17; the third group (G3) $n = 31$; U19. To evaluate the anaerobic performance was used RAST test. The values obtained for P_{max} ($= 529,89w$ G1; $G2 = 717,26w$; $G3 = 852,57w$; $P < 0.05$); P_{med} ($427,17w = G1$; $G2 = 568,52w$; $G3 = 685,36w$; $P < 0.05$); P_{min} ($= 335,02w$ G1; $G2 = 445,04w$; $G3 = 540,85w$; $P < 0.05$), IF ($G1 = 35.71$; $G2 = 37.72$; $G3 = 36.29$) and for Best Sprint ($G1 = 5,14s$, $G2 = 4,86s$ $G3 = 4.67$). From the results we found that the performance of young footballers expressed by the average values of P_{max} , P_{med} , P_{min} and Best Sprint increase from the level U15 to U19, unlike IF which shows no statistically significant differences between sample groups.

Key-words: SOCCER, ANAEROBIC PERFORMANCE, EVALUATION, AGE.

LISTA DE ABREVIATURAS

Ach – Acetilcolina

ADP – Adenosina Difosfato;

ATP – Adenosina Trifosfato;

ATPase – Adenosina Trifosfatase;

C₆H₁₂O₆ – Glicolise;

Ca²⁺ – Cálcio;

cit. – Citado;

CK – Creatina Quinase;

CP – Fosfocreatina;

dp – Desvio Padrão;

Et al. – e colaboradores;

F.C. – Frequência Cardíaca;

F.C._{máx} – Frequência Cardíaca Máxima;

H⁺ – Ião de Hidrogénio;

IF – Índice de Fadiga;

K⁺ – Ião de Potássio;

Kg – Quilograma;

La – Lactato;

LDH – Desidrogenase Láctica

LDH – Lactato Dehidrogenase;

Máx. – Máximo;

min – Minuto;

Mín. – Mínimo;

mM – Milimole

mmol/l – Milimole por litro

ms – milésimo de segundo;

Na⁺ – Ião de Sódio;

NAD – Dinucleótido de nicotinamida e adenina

NADH – Dinucleótidos de Adenina Nicotinamida (forma reduzida);

O₂ – Oxigénio;

PC – Fosfato Creatina

PDH – Piruvato Dehidrogenase;

perc. – Percurso;

PFK – Fosfofrutoquinase;

pH – medida de acidez/alcalinidade;

PI – Fosfato Inorgânico

PHOS – Fosforilase;

P_{máx} – Potência Máxima;

P_{méd} – Potência Média;

P_{mín} – Potência Mínima;

Pot. – Potência;

r² – Coeficiente da Variância Comum;

RAST – Running-based Anaerobic Sprint Test;

recup. – Recuperação;

refs. – Referências;

seg.ou s – Segundo;

SNC – Sistema Nervoso Central;

VO₂ – Consumo de Oxigénio;

VO_{2 máx.} – Consumo Máximo de Oxigénio;

W – Watts;

W/Kg – Watts's por Kilo

W/seg. – Watts por Segundo;

WANT – Wingate Anaerobic cycle Test- 30'' .;

CAPITULO I – INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Enquadramento e Pertinência do Estudo

A compreensão das necessidades físicas durante os jogos nas competições é um dos objetivos mais recorrentes na história da investigação do futebol, e permite construir treinos e estratégias de jogo mais eficientes (Carling et al., 2008). Atualmente, grande parte da informação sobre os principais campeonatos já está disponível na literatura, a saber: Liga Inglesa, Premier League (Dellal et al., 2011; Di Salvo et al., 2009), Liga Italiana, Série A (Vigne et al., 2010), Liga Espanhola, La Liga (Dellal et al., 2011; Zubillaga, et al., 2007), Liga Francesa, Liga 1 (Dellal, et al., 2010), Liga Alemã, Bundesliga (Dellal, 2008), entre outros como Liga dos Campeões e Liga Europa (Di Salvo et al., 2010).

Contudo, e particularmente, o conhecimento sobre as necessidades e exigências físicas do jogo de futebol permitem obter informações relevantes para otimizar o processo de treino (Castellano, et al., 2010) e, também, oferecem a possibilidade de estabelecer protocolos específicos de treino (Bradley, et al., 2010; Di Salvo, et al., 2007).

Nos últimos anos este conhecimento detalhado têm-se especificado de acordo com as posições específicas de cada jogador (Di Salvo et al., 2007; Di Salvo et al., 2010; Zubillaga et al., 2007), os diferentes períodos de jogo (Rampinini, et al., 2007), diferentes tipos de competições (Dellal et al., 2011) e de algumas variáveis situacionais, tais como: o nível do oponente, o resultado do jogo e sua localização (Castellano, et al., 2011; Lago, et al., 2010), que parecem ter impacto nas respostas físicas dadas pelos jogadores durante os jogos analisados.

Os jogos desportivos coletivos, em particular o Futebol, ao apresentarem um esforço de carácter intermitente, as ações de curta duração e de alta intensidade são conhecidas pelo seu papel decisivo no sucesso (Castagna et al., 2007; Iain et al., 2009; Mendez-Villanueva, et al., 2012). Estas ações são dependentes do metabolismo anaeróbio, intercaladas por períodos de

recuperação de baixa intensidade (Aziz et al., 2000; Castagna et al., 2007; Andrade et al., 2013).

Estes esforços intermitentes de curta duração e de alta intensidade são predominantemente dependentes do sistema anaeróbio alático, uma vez que este possibilita uma rápida ressíntese de adenosina de trifosfato (ATP), mantendo assim a disponibilidade da energia para a contração muscular (Hamilton et al., 1991).

Nos desportos coletivos é comum a utilização de protocolos de corrida de alta intensidade quer na monitorização, quer no desenvolvimento do treino (Stolen et al., 2005; Andrade, 2015). Apesar do teste de Wingate (Want) ter sido inicialmente validado e proposto para a avaliação da componente anaeróbia do futebolista, constatamos que cada vez mais tem-se utilizado o Running-based anaerobic sprint test (RAST), quer pela sua especificidade, quer pela sua característica intermitente (Balciunas et al., 2006; Moraes e Pelegrionot, 2006; Spigolon et al., 2007). Este parece ser um bom indutor de fadiga devido às altas concentrações de lactato ($<10\text{mM}$) obtidas após os esforços bem como as significativas associações com testes anaeróbios (Zagatto, et al., 2009; Kaminagakura et al., 2012).

No que respeita ao jovem jogador de Futebol, importa salientar que as pesquisas são escassas, o que causa alguma incompreensão dado que o jovem atleta se encontra numa das primeiras etapas da sua preparação e formação e que visam o alto rendimento desportivo (Seabra et al., 2001). Como tal, torna-se imperioso conhecer e sistematizar a maior quantidade e diversidade de informação acerca dos jovens que são submetidos, desde muito cedo, a atividades físicas organizadas, altamente especializadas e sistemáticas, sobretudo no que à resposta ao treino e competição dizem respeito (Seabra et al., 2001).

Convém ter em conta que nas etapas de formação se passa pelo período pubertário que é marcado por modificações fisiológicas e dimensionais, com efeitos imediatos para o processo de treino do adolescente atleta (Malina et al., 2009). Neste período surgem grandes alterações a nível físico e a nível fisiológico, como o aumento dos níveis de produção de força, velocidade e resistência. Percebemos então que a performance anaeróbia está diretamente relacionada com o tamanho corporal (Malina et al., 2009), os atletas jovens

estarão a sofrer um incremento na sua capacidade e potência anaeróbia com o aumentar da idade.

No futebol, como em outras modalidades desportivas, é notória a existência de uma cultura de visão imediatista que atribui grande importância às vitórias desde idades iniciais (Ré et al., 2003). Isto faz com que sejam destacadas as crianças que se realçam das demais, no momento, tornando o processo de formação do atleta altamente dependente do desempenho quando criança, sem considerar que a condição física, em algumas situações, influencia diretamente o desempenho.

Verificando que os escalões de formação estão organizados com intervalos de dois anos de faixa etária, é possível que, dentro de uma mesma categoria, as crianças mais velhas sejam privilegiadas (Ré et al., 2003). Por isso, não é de estranhar que Malina e colaboradores (2000) refiram que os estudos apontam para o fato de, em diversas modalidades desportivas, o sucesso dos jovens atletas esteja relacionado com a maturação física precoce, pois tal como referem Richardson e Stratton (1999), esta precocidade influi na estatura e na quantidade de massa muscular que os jovens apresentam durante a adolescência e, assim, irão melhorar o desempenho em situação real de jogo, principalmente quando existe uma vantagem relativa na idade.

Assim, o atleta que se encontrar num estágio precoce de desenvolvimento, pode apresentar uma concentração maior de testosterona, o que poderá traduzir-se numa vantagem sobre um outro colega seu, pois poderá apresentar um ganho significativo de força, velocidade, peso corporal, estatura, entre outros. No que diz respeito às características da aptidão física, os diferentes tipos de deslocamento, com grandes acelerações e mudanças de direção, provavelmente favorecem os indivíduos com maior potência muscular e agilidade, dando-lhes alguma vantagem no jogo. Portanto, seria coerente os melhores jogadores, independentemente da faixa etária, apresentarem uma melhor performance na realização de testes que avaliam estas capacidades (Ré et al., 2003).

1.2 – Objetivos do Estudo

Com base no anteriormente exposto, definimos os seguintes objetivos:

- Descrever e comparar a performance anaeróbia expressa pelos valores de potência máxima ($P_{\text{máx}}$), potência média ($P_{\text{méd}}$) e índice de fadiga (IF) avaliados através de um teste de *sprint* repetido (Running-based Anaerobic Sprint Test), em futebolistas de diferentes escalões de idades.
- Descrever e comparar o Best Sprint avaliado através Running-based Anaerobic Sprint Test, em futebolistas de diferentes escalões de idades.

Em função do objetivos anteriormente formulados, levantámos as seguintes hipóteses:

- i) A capacidade de realizar sprints repetidos aumenta com a idade cronológica;
- ii) O RAST é um teste de terreno que discrimina atletas de diferentes idades relativamente à performance anaeróbia em exercício de sprint repetido;
- iii) O tempo de sprint diminui com a idade cronológica.

1.3 – Estrutura do Trabalho

Apresentamos este trabalho em sete partes, por forma a responder às questões anteriormente formuladas e para cumprir com o objetivo definido.

Na primeira parte elaboramos uma breve introdução ao tema em estudo, revelando a necessidade e justificação do mesmo.

Na segunda parte, apresentamos uma revisão da literatura que foca a caracterização funcional e fisiológica do jogo de Futebol; a caracterização fisiológica dos exercícios de curta duração de intensidade máxima; as contribuições energéticas para exercícios de curta duração e alta intensidade; as características dos atletas de eventos de curta duração e alta intensidade. Apresentamos ainda a caracterização da relação do tempo e movimento do jogo de futebol; o perfil de atividade, os fatores táticos e contextuais, o nível competitivo, a variabilidade e estabilidade jogo a jogo; as análises preditivas e

a fadiga. Por último, descrevemos protocolarmente o Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST).

Numa terceira parte, descreve-se a metodologia e procedimentos, expondo as condições de realização dos estudos e os métodos e instrumentos utilizados.

Na quarta parte, apresentam-se os resultados do estudo.

Passamos à quinta parte onde se discutem os resultados do estudo à luz da literatura da especialidade.

Na sexta parte são apresentadas as conclusões deste estudo.

Por fim, na sétima parte colocamos a bibliografia que foi indispensável à realização deste trabalho.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Caracterização Funcional e Fisiológica do Jogo de Futebol

O desempenho no futebol depende de uma miríade de fatores (Bangsbo, 1994; Carling, 2009; Drust, Atkinson, e Reilly, 2007; Stolen et al., 2005) sendo a performance determinada pela interação dos fatores técnicos, táticos, fisiológicos, mentais, sociais e psicológicos dos jogadores. Durante um jogo, os jogadores realizam ações que vão desde o estar parados a esforços de máxima intensidade, que vão alternando com o tempo.

A intensidade média de trabalho, medida como percentagem da frequência cardíaca (F.C.) durante um jogo de futebol, está próxima do limiar anaeróbio (Stolen et al., 2005). Dellal e colaboradores (2010) referem que o futebol para se jogar a um nível alto requer que os jogadores tenham uma grande capacidade aeróbia e que eles estejam aptos para realizar muitas ações de alta intensidade, especialmente a capacidade para realizar sprints repetidos.

A distância total percorrida pelos futebolistas durante um jogo de futebol é de 9 a 14 km (Bradley et al., 2010; Di Salvo et al., 2009; Dellal et al., 2010), com um decréscimo de 5 a 10%, tanto na intensidade como na distância percorrida, na segunda parte. E, apesar de ser um jogo de predominância aeróbia, os jogadores realizam sprints, mudanças rápidas de direção e saltos, ações motoras que solicitam o metabolismo anaeróbio, podendo influenciar fortemente o vencedor (Stolen et al., 2005; Di Falco, 2015).

Alguns estudos sugerem que os médios são os jogadores que maiores distâncias percorrem e que os jogadores profissionais, também, percorrem maiores distâncias do que os não profissionais (Mohr et al., 2002). Também, os autores Withers e colaboradores (1982; cit. Stolen et al., 2005) verificaram que os defesas laterais realizam até 2,5 vezes mais sprints do que os defesas centrais, enquanto que os médios e avançados apenas efetuam 1,6 vezes mais sprints do que os defesas centrais. Ingebrigtsen e colaboradores (2012) também verificaram que os jogadores que jogam nas posições laterais do campo realizam um maior número de sprints e em distâncias superiores

quando comparados com jogadores de posições centrais. Já, Dellal e colaboradores (2010) referem que na fase ofensiva, os avançados realizam 4 vezes mais sprints do que os defesas.

Num jogo de Futebol, os sprints ocorrem a cada 90 segundos, aproximadamente, e cada um deles tem a duração média entre 2 a 4 segundos (Stolen et al., 2005). Importa assim referir que os sprints constituem 1 a 11% da distância total percorrida durante um jogo de Futebol (Mohr et al., 2002; Di Salvo et al., 2010; Dellal et al., 2010), correspondendo entre 0,5 a 3 % do tempo efetivo de jogo (Stolen et al., 2005).

Ao agregar atividades de alta intensidade com os sprints verificamos que para esta categorização de esforços de alta intensidade representa cerca de 8 a 12% da distância total percorrida num jogo (Haugen et al., 2013). Os autores Stolen e colaboradores (2005) caracterizam as ações do jogo de Futebol de acordo com os seguintes dados: 10 a 20 sprints, corridas de alta intensidade a cada 70 segundos, 15 tackles, 10 cabeceamentos, 50 envolvimento com bola, cerca de 30 passes bem como mudanças de ritmo e movimentos para manter o equilíbrio e o controlo da bola perante pressão dos adversários. Num estudo realizado na temporada de 2005-2006 na liga francesa, Dellal e colaboradores (2010) verificaram que cada jogador tem em média 55,5 a 74,2 segundos a posse da bola por jogo e cada jogador não realiza mais do que 2,2 toques na bola. Também, os mesmos investigadores observaram que os médios e os extremos são os jogadores que realizam uma maior percentagem de passes corretos, entre 75% a 78%.

Perante estas características específicas, e na tentativa de otimizar o rendimento do futebolista, é importante potenciar a capacidade física dos atletas, de acordo com (i) a capacidade de realizar esforços intermitentes prolongados, (ii) a capacidade de realizar exercícios de alta intensidade, (iii) a capacidade de sprintar e (iv) a capacidade de produzir ações de elevada produção de força, como rematar e saltar (Bangsbo, 1994).

2.2 – Caracterização Fisiológica dos Exercícios de Curta Duração de Intensidade Máxima

A energia alimentar é utilizada para produzir ATP, substância que quando desintegrada, fornece energia para a contração muscular (Foss e Keteyian, 2000).

De acordo com Soares (2005), para que a contração muscular aconteça, ela necessita de um estímulo que provém do nervo motor que, ao chegar às terminações nervosas, estas produzem a substância acetilcolina (ACh) que irá atuar como facilitadora da transmissão desse impulso elétrico. Com o neurotransmissor a ligar-se ao sarcolema das fibras, e se a quantidade de ACh produzida for suficiente, irá dar-se o potencial de ação, onde a carga elétrica se propagará ao longo de toda a fibra muscular, alcançando quase ao mesmo tempo todas as miofibrilas, através de um sistema de tubos. Na fibra muscular diferenciam-se dois tipos de tubos, os túbulos transversos e os longitudinais, que com a sua orgânica permitem a condução do estímulo elétrico, aumentando a permeabilidade da membrana dos túbulos longitudinais para que os ions de cálcio se possam difundir no espaço livre entre as miofibrilas. (Weineck, 2000). Através da libertação dos ions de cálcio, verifica-se uma alteração da configuração dos filamentos de actina, na zona do complexo troponina/tropomiosina, que liberta para as terminações de miosina, o ponto de ligação no filamento de actina, que até então estava bloqueado. O cálcio ativa a enzima ATPase, que se encontra na terminação da miosina, de modo a libertar energia para a movimentação da terminação, através da degradação enzimática de ATP. Além da ATPase, o cálcio também liberta outra enzima, a fosforilase muscular, que regula na célula muscular a decomposição da glicólise (Weineck, 2000).

Concretizando, a célula só consegue realizar trabalho a partir da energia libertada pela desintegração da molécula ATP (Foss e Keteyian, 2000). Surge através da hidrólise da molécula de ATP que liberta energia, pela qual a fibra muscular promove o deslizamento das miofibrilas de actina e miosina, resultando o encurtamento do músculo. A molécula de ATP é constituída por uma ligação altamente energética, mas instável, entre os segundo e terceiro fosfatos. Na reação química, a quebra da molécula de ATP, são libertadas

cerca de 7 a 12 Kcal/mol, gerando-se Adenosina Difosfato (ADP) mais Fosfato Inorgânico (Pi) (Foss e Keteyian, 2000). Verificam-se várias reações químicas e um grupo de fosfato une-se a um composto relativamente baixo em energia, o ADP, convertendo-se em ATP. O ATP é um composto intermediário, que tem a capacidade de participar em numerosas reações, designadamente em reações com alimentos para extrair energia e reações observadas em muitos mecanismos fisiológicos para fornecer energia necessária para a sua realização, e por isso se considera o ATP como a energia circulante do organismo, passível de ser adquirida e consumida repetidamente (Guyton e Hall, 1998).

Para que a intensidade do exercício se mantenha, o ATP tem de ser ressintetizado à mesma taxa que está a ser utilizado. Se a ressíntese falhar para manter o esforço com o consumo, o atleta será forçado a reduzir a intensidade do exercício (Whyte, 2006). O ATP pode ser ressintetizado por várias formas ou sistemas: i) hidrólise do fosfato de creatina (PC), ii) glicólise anaeróbia e iii) oxidação dos carboidratos, lípidos e proteínas (Whyte, 2006). Foss e Keteyian (2000) referem que as atividades físicas exigem uma combinação destas 3 vias, com a contribuição relativa de cada uma determinada pela intensidade e duração do exercício, sendo que quanto menor for a duração do exercício, maior será a contribuição da energia anaeróbia.

A resistência anaeróbia é determinada pela capacidade de duas vias energéticas anaeróbias: i) hidrólise das reservas intramusculares de ATP e PC (sistema ATP-PC ou fosfatos de alta energia) e ii) glicólise anaeróbia (Foss e Keteyian, 2000). Juntas, estas duas vias promovem altas contribuições de energia para os exercícios de curta duração e alta intensidade.

2.2.1 – Sistema energético da ATP-PC

Constitui a fonte de ATP mais rapidamente disponível para ser utilizada e que promove a energia no início de um exercício de alta intensidade, sendo, no entanto, relativamente curto em termos de duração (Foss e Keteyian, 2000). Esta energia provém quase exclusivamente dos fosfatos de alta energia ou fosfogénios ATP e PC armazenados nos músculos e ativados durante o exercício (McArdle et al., 1998).

Citologicamente, e de acordo com McArdle e colaboradores (1998), o ATP, é um composto químico formado por uma combinação de adenina, ribose e três radicais fosfatos que se encontram ligados à restante molécula por meio de ligações de alta energia, é mantido em pequenas quantidades nas células, dependendo da sua concentração relativamente à concentração de ADP, que é alterada rapidamente em qualquer aumento do metabolismo energético. Esta mudança estimula imediatamente a decomposição dos nutrientes armazenados, fornecendo energia para a ressíntese de ATP. Assim, e de acordo com Whyte (2006), a hidrólise das reservas intramusculares dos fosfatos de alta energia, ATP e PC geram energia para a contração muscular durante o exercício de máxima intensidade. As reservas de ATP no esqueleto do músculo são muito pequenas (5 mmol.Kg^{-1} do músculo) e por isso apenas podem garantir o exercício durante poucos segundos. Antes da completa depleção destas reservas de ATP, o sistema PC oferece de imediato um suplemento de energia para a rápida ressíntese de ATP. A hidrólise de PC através da enzima creatina quinase providencia energia e o fosfato livre necessário para a fosforilação do difosfato de adenosina para ATP. As reservas intramusculares de PC são aproximadamente 15 mmol.Kg^{-1} do músculo e são rapidamente consumidas durante exercícios de máxima intensidade. Durante um sprint máximo de 30 segundos, o sistema energético PC é solicitado em 55% nos primeiros 10 segundos, mais 18% nos 10 segundos seguintes e 10% nos últimos 10 segundos (Whyte, 2006).

De acordo com Whyte (2006) há uma clara evidência de acordo com os experimentos científicos, onde reportam um declínio concomitante na produção potência e depleção do ATP-PC em exercícios curtos de alta intensidade. A taxa a que acontece a depleção de PC ocorre de acordo com a intensidade do exercício. Assim, esta será muito rápida durante exercícios intensos de curta duração (até 30 segundos), mas será mais lenta durante exercícios de intensidade baixa e longa duração.

2.2.2 – Sistema energético da Glicólise Anaeróbia

Com o aumento da duração do exercício, a glicólise anaeróbia contribui para a maior parte do dispêndio de energia, contudo, e porque se trata de um

processo mais lento que o sistema ATP-PC, a intensidade do exercício não pode ser mantida (Whyte, 2006).

Esta via metabólica, capaz de produzir rapidamente ATP, na ausência do oxigénio, é designada de via glicolítica. Neste processo, o glicogénio armazenado no músculo é desdobrado em glicose, que será então utilizada sob a forma de energia. A glicose ($C_6H_{12}O_6$) provém da digestão dos hidratos de carbono e do glicogénio armazenado no fígado e representa cerca de 99% do total de açúcares presentes no sangue (Wilmore e Costill, 2000). A glicogénese é o processo pelo qual o glicogénio é sintetizado a partir da glicose, sendo posteriormente armazenado no fígado ou nos músculos até que seja novamente necessário.

A glicogenólise é o processo a partir do qual, sempre que necessário, o glicogénio pode funcionar como fonte de glicose para a obtenção de energia (Guyton et al., 1998; McArdle et al., 1998). A glicólise é um processo anaeróbio que envolve a desintegração rápida de uma molécula de glicose ou de glicogénio, ao longo de 10 reações químicas enzimáticas controladas, que catabolizam o glicogénio ou glicose muscular para fornecer energia para a ressíntese de ATP (Whyte, 2006). A glicólise resulta, então, na formação de piruvato (McArdle et al., 1998) e é compreensível que quando o oxigénio está disponível, como num exercício de baixa intensidade, o piruvato é convertido em Acetilcolina (Ach) que irá entrar no ciclo de ácido cítrico (ciclo de Krebs) para permitir mais campos para o ATP ser formado através da via oxidativa (Whyte, 2006).

Durante os exercícios de alta intensidade, as necessidades energéticas ultrapassam a quantidade de oxigénio disponível bem como o seu ritmo de utilização (McArdle et al., 1998), onde ocorre a glicólise a uma taxa elevada, as iões de hidrogénio (H^+) são produzidos mais rápido do que podem ser removidos pela via da oxidação NADH no transporte na cadeia de eletrões. Como consequência da acumulação de H^+ , o piruvato é convertido em ácido láctico sob o controlo da enzima desidrogenase láctica (LDH) (Whyte, 2006). Isto acontece pela falta de oxigénio disponível, hipoxia, dentro da mitocôndria. Assim, a formação de ácido láctico durante a glicólise anaeróbia permite a libertação de energia anaeróbia adicional. De facto, após a formação de ácido láctico, este difunde-se rapidamente no sangue, permitindo que a glicólise

prossiga por mais tempo do que seria possível, se o ácido pirúvico e o hidrogénio não fossem removidos do meio da reação (Guyton et al., 1998). Assim, na ausência de oxigénio, a glicólise pode fornecer ao organismo quantidades consideráveis de ATP. Quando o indivíduo começa novamente a respirar oxigénio, os átomos de H^+ ligados e que se acumulam são captados pelo NAD^+ e acabam por ser oxidados resultando numa diminuição das suas concentrações (McArdle et al., 1998).

Em consequência, a reação química para a formação do ácido láctico sofre reversão imediata e o ácido láctico é transformado em ácido pirúvico. Este, por sua vez, é oxidado para fornecer mais energia às células (Guyton et al., 1998).

No entanto, e de acordo com Whyte (2006) esta não parece ser a única causa para a produção de ácido láctico, o recrutamento de fibras rápidas preferencialmente do trabalho anaeróbio, também são responsáveis pela produção de ácido láctico. É uma diferente isoforma da enzima desidrogenase láctica (LDH) encontrada nas fibras rápidas que converte o ácido piruvato em ácido láctico (Whyte, 2006).

Contudo, a produção de ácido láctico estará associada com a fadiga muscular, pois apesar de permitir altas taxas de ressíntese de ATP, a duração ou capacidade deste sistema é relativamente curta, 2 a 3 minutos (Whyte, 2006).

É de salientar que as crianças demonstram tipicamente baixos níveis de resistência anaeróbia em relação aos adultos. Isto pode dever-se em parte à baixa taxa de glicólise observada em crianças, presumivelmente como consequência da baixa atividade da enzima específica (Whyte, 2006).

2.2.3 – Contribuições energéticas para exercícios de curta duração e alta intensidade

Parece ser claro que com o aumento da duração da atividade (exercício), a contribuição dos três sistemas de energia varia de uma predominância anaeróbia para a aeróbia. A contribuição anaeróbia através do sistema de ATP-PC ocorre em exercícios menores de 10 segundos, e aumenta através do sistema glicolítico em exercícios de maior duração, dos 10

segundos aos 4 minutos. Enquanto que estes dados genéricos podem ser aplicados a qualquer tipo de desporto, é preferível e mais pró-eficiente para os investigadores e treinadores recolher os dados específicos para o seu desporto (Whyte, 2006).

Convém considerar a importância da produção de energia anaeróbia em eventos de longa duração, como o sprint final após uma corrida de 10 000 metros. Claro que em percentagem, esta contribuição energética é muito baixa, mas pode decidir uma corrida e por isso, também, deverá ser alvo de treino (Whyte, 2006).

Muitos dos desportos coletivos são caracterizados por repetitivas alterações na intensidade, desde o sprint de alta intensidade até a uma corrida de baixa intensidade. Análises do tempo e do movimento em desportos coletivos, como o futebol, demonstram que 90-95% do tempo o atleta encontra-se parado, a andar ou a correr a baixa intensidade, e apenas em 5% do tempo está a realizar esforços de alta intensidade (Van Winckel et al., 2013). Os sprints raramente são superiores a 5 segundos e são normalmente intercalados com períodos de recuperação de 15 a 90 segundos (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2009; Mohr et al., 2003). É esta repetição de atividades de alta intensidade que agride a resistência anaeróbia dos atletas, particularmente no que diz respeito à capacidade do sistema ATP-PC e à sua capacidade de ressíntese de PC. O aumento das concentrações de lactato no sangue durante a repetição de exercícios de curta duração e alta intensidade tem sido descrita, refletindo o aumento da acidose metabólica e, também, a capacidade glicolítica dos atletas (Whyte, 2006).

2.2.4 – Características dos atletas de eventos de curta duração e alta intensidade

De acordo com alguns autores (Sheppard, 1999; Whyte, 2006) existem muitos desportos que promovem uma grande utilização da capacidade anaeróbia nos atletas, que coloca o problema de caracterizar o perfil da fisiologia típica nesses atletas. Atletas que participam em desportos de alta intensidade e curta duração tendem a exibir relativamente grandes distribuições de fibras musculares rápidas (tipo IIa e IIx), altos níveis de ATP,

PC e glicogénio intramuscular, altas concentrações e atividade de enzimas específicas (como a creatina kinase, fosfofrutokinase - PFK, fosforilase) e grandes concentrações de lactato no sangue após os exercícios. Como consequência destas características, estes atletas que competem em desportos anaeróbios dispõem de maiores medidas de capacidade anaeróbia (Sheppard, 1999; Whyte, 2006). A identificação das necessidades energéticas e as características fisiológicas dos desportos garante-nos uma análise compreensiva das necessidades fisiológicas, que será fundamental para o aumento do desempenho dos nossos atletas. Por isso é fundamental compreender e estudar estes processos, para se poder otimizar os programas de treino dos atletas.

2.3 – Caracterização do tempo e movimento do Jogo de Futebol

O estudo das necessidades físicas durante os jogos nas competições é um dos temas mais estudados na história recente das investigações em futebol (Casamichana e Castellano, 2014). Num jogo de futebol a performance pode ser definida como a interação dos fatores técnicos, táticos, mentais (Carling, 2009) e psicológicos (Darren et al., 2015). Para melhor se compreender os constrangimentos que promovem o sucesso no desporto, surge a análise de jogo como um importante instrumento (Carling, 2009). A análise do tempo e movimento é um método de recolha de dados, muito valioso, utilizado na quantificação do desempenho dos jogadores no seu contexto de prática, ou seja, nas competições (Bradley et al. 2013; Carling et al., 2008; Darren et al., 2015). Os dados obtidos a partir da utilização deste método de análise permitiram melhor compreender e, subsequentemente, desenvolver o indicador de rendimento físico (Darren et al., 2015).

O conhecimento das necessidades físicas e técnicas das diferentes posições durante um jogo torna-se essencial para dar direção ao treino e aplicar esses dados nos processos de treino (Bradley et al. 2013; Lago et al., 2010). Contudo, interpretar a redução dos desempenhos de corrida nas segundas partes ou, temporariamente, depois de períodos intensos nos jogos é altamente complexo porque poderá ser atribuído à fadiga mental ou física, as

estratégias de gestão do esforço, a fatores contextuais ou à combinação de todos estes fatores (Darren et al., 2015).

Atualmente existe muita informação sobre os vários campeonatos mundiais de Futebol, nomeadamente: Campeonato Inglês, Premier League, (Dellal et al., 2011; Di Salvo et al., 2009; Bradley et al., 2013), Campeonato Italiano, Série A (Vigne et al., 2010; Rampinini et al., 2007), Campeonato Espanhol, La Liga (Dellal et al., 2011; Zubillaga et al., 2007; Lago et al., 2010), Campeonato Francês, Ligue 1 (Dellal et al., 2010). Também, se encontra bastante literatura sobre competições internacionais, como a Liga dos Campeões e a Liga Europa (Di Salvo et al., 2010) e campeonato do mundo (Casaminhana e Castellano, 2014).

A disponibilidade das novas tecnologias tem permitido aumentar o nosso conhecimento e aplicá-lo nos modelos de treino para otimizar o desempenho de futebol (Castellano et al., 2011). Uma dessas tecnologias usadas regularmente no futebol de elite envolve a monitorização semi-automatizada através de vídeo, utilizando os sistemas de empresas de análise de jogo, tais como a Prozone[®] e a Amisco[®], para observar, analisar e avaliar, simultaneamente, os movimentos de todos os jogadores, o árbitro e a bola (Van Winckel et al., 2013).

A análise do tempo e movimento é um método útil para quantificar as exigências físicas de jogadores num plano individual durante os jogos que participam, uma vez que a gestão do estado físico e fisiológico dos jogadores de futebol de elite depende de um conhecimento detalhado sobre as exigências do seu desempenho (Bradley et al., 2013). A principal vantagem deste método é a produção de dados relativos, das durações, frequências e percentagens dos vários tipos de movimento, como trajetos, velocidade e distâncias percorridas pelos jogadores que também podem ser calculadas (Reilly, 1997).

No entanto, e de acordo com Bloomfield e colaboradores (2007) e Bangsbo (2014), o uso da distância percorrida para avaliar o gasto de energia pode ser limitado pois o paradigma baseia-se no pressuposto de que o esforço ocorre apenas quando o jogador muda significativamente a localização na superfície de jogo. Os dados omitem sobre a atividade realizada em circunstâncias com deslocamentos mínimos, como os movimentos de todo o corpo, os saltos verticais e giratórios, os contatos físicos com adversários, bem

como os movimentos não ortodoxos (por exemplo, movimentos para trás e laterais, tackles no chão, cair e levantar) e movimentos específicos de futebol (por exemplo, cabeceamentos, dribles e bloqueios).

A este respeito, as alterações frequentes de atividades, inúmeras acelerações e desacelerações, mudanças de direção, padrões de movimento não-ortodoxas e a execução de várias habilidades técnicas contribuem significativamente para o gasto de energia (Bangsbo, 1997; Reilly, 1997). Estima-se que entre 1000 e 1500 alterações discretas de movimento ocorrem no interior de cada jogo, a uma taxa de cada 5 a 6 segundos, tendo uma pausa de 3 segundos a cada 2 minutos (Reilly, 2003; Strudwick et al., 2002).

2.3.1 – O perfil da atividade motora do Futebol

A atividade motora no futebol é intermitente, com os jogadores a alternarem regularmente entre breves séries de exercícios de alta intensidade e períodos mais longos de exercícios de baixa intensidade (Rampinini et al., 2007). Esta intermitência verifica-se com uma mudança de atividade a cada 4 a 6 segundos (Mohr et al., 2005). Os jogadores de elite percorrem 9 a 14 km de distância no total (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2007), realizam mais de 1300 movimentos durante um jogo, incluindo mais de 200 corridas de alta intensidade que perfaz distâncias de 1 a 3 km (Di Salvo et al., 2007; Mohr et al., 2005; Rampinini et al., 2007). Estes jogadores atingem uma intensidade média de 75% do consumo máximo de oxigénio, com o sistema anaeróbio a contribuir exacerbadamente durante os períodos de grande intensidade, provocando concentrações sanguíneas de lactato de 4 a 6 mmol/l (Bangsbo, 1994; Mohr et al., 2005). Durante estes períodos, a F.C. pode ultrapassar os 95% do seu valor máximo e o pico das concentrações sanguíneas de lactato pode chegar a 8-12 mmol/l (Bangsbo, 1994; Krstrup et al., 2001).

De acordo com Van Winckel e colaboradores (2013), durante um jogo típico de campeonato Inglês, os jogadores permanecem parados 6% do tempo total. A atividade de baixa intensidade representa 85% do tempo total, que compreende 59% a andar e 26% em corrida lenta. A atividade de alta intensidade representa 9% do tempo total, que é subdividida em 6% em corrida rápida, 2% de corrida em alta velocidade e 1% em sprint.

2.3.2 – Variação posicional

Di Salvo e colaboradores (2010) referem que existem dificuldades na comparação entre estudos sobre as análises de jogo de futebol, isto porque encontram-se diferentes sistemas de análise utilizados, desde a posição das câmaras, a diferentes tecnologias. Também, se verifica que diferentes intensidades têm sido avaliadas, desde limiares de velocidade a critérios de tempo, diferentes magnitudes tem sido utilizadas na análise da atividade (tempo e distância) e o critério para classificar as posições dos jogadores tem diferido em muitos estudos.

No entanto, as grandes diferenças observadas entre as várias posições dos jogadores num jogo de futebol para as características de desempenho energético e físicas em jogadores de elite é uma das descobertas mais robustas de estudos de análise do tempo e movimento (Di Salvo et al., 2009; Bradley et al., 2009; Rampinini et al., 2007). Ao comparar as cinco posições mais comuns, surgem os médios centros e médios alas como os que percorrem maiores distâncias em relação a qualquer outra posição, com os médios alas e os laterais a exibirem, também, perfis superiores de atividade de alta intensidade (Bradley et al., 2009). Os avançados centro e os defesas centrais (DC) mostram consistentemente as mais baixas performances físicas durante um jogo (Van Winckel et al., 2013). Por sua vez, Di Salvo e colaboradores (2010) mostram que são os médios alas, avançados e laterais a percorrem maiores distâncias em sprint, quando comparados com os defesas centrais e os centrocampistas. Estes resultados vão de encontro aos verificados por outros autores (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2007, 2009) mas em desacordo com os de Mohr e colaboradores (2003) e Rampinini e colaboradores (2007), visto os autores terem observado que os defesas laterais e os avançados percorrem maiores distâncias em sprint que os médios, no entanto, os médios centros e extremos estavam incluídos na mesma categoria. Por sua vez, Dellal e colaboradores (2010) verificaram que os médios são os atletas que percorrem maiores distâncias (11,5 a 12 km) enquanto os avançados são os que percorrem maiores distâncias a sprintar (cerca 290 metros), sendo que realizam 66% destes sprints quando a sua equipa tem a

posse de bola e chega a ser 4 vezes mais que os DC. Os mesmos autores referem ainda que, são os DC e os laterais que ganham a maior parte dos duelos quando comparados com os das outras posições, sendo por sua vez os avançados os atletas que perdem o maior número de duelos.

No entanto, Bloomfield e colaboradores (2007) corroboram que há diferenças significativas entre os avançados, os médios e os defesas, com os defesas a passarem menor tempo a correr e a sprintar do que as outras posições, mas significativamente mais vezes a saltar do que as outras posições. Num estudo constituído por 55 jogadores (18 defesas, 18 médios, 19 avançados) de 12 equipas diferentes, constatou-se que menos de metade do 'movimento intencional' é realizado numa direção, para a frente. Os jogadores executam diferentes tipos de intensidade e realizam diferentes trajetórias de movimento. Os defesas também passaram um tempo significativamente maior a andar para trás do que as outras duas posições. Os médios tiveram um desempenho significativamente menor na variação dos seus trajetos em comparação com os avançados e os defesas (Bloomfield et al., 2007).

Estes resultados têm implicações para o desenvolvimento dos exercícios de treino específico por posição que imitem as características de cada posição, tomando em consideração as exigências táticas, técnicas e físicas únicas das várias posições na equipa (Di Salvo et al., 2007). Assim, podem ser construídos exercícios para cada posição, quer como ferramenta de reabilitação quer como meio de potenciar as capacidades específicas. No entanto, criar exercícios para todas as posições que permitam integrar todos os jogadores em uníssono, em trabalho específico e jogo, é muito mais frutífero, pois recria o ambiente real conveniente ao jogador e a apreciação e aceitação do treinador (Van Winckel et al., 2013).

2.3.3 – Fatores táticos e contextuais

Encontra-se várias investigações que examinam fatores contextuais, como o estado do jogo (estar a ganhar, perder ou empatado) e a localização (em casa ou fora), o nível de oposição e a parte do jogo, que por sua vez demonstraram que estes fatores têm impacto no perfil de corrida e técnica dos jogadores (Lago-Penas et al., 2010; 2011; Rampinini et al., 2009).

Bradley e Noakes (2013) observaram que os jogadores de elite percorrem distâncias em alta intensidade semelhantes em jogos com diferentes resultados, mas as posições específicas tendem a indicar que os defesas centrais realizam 17% a menos de corrida a alta intensidade e os atacantes 15% a mais, durante as partidas que ganham quando comparadas com os jogos que perdem. No entanto, as distâncias percorridas em alta intensidade foram comparadas em jogos de importância diferentes (por exemplo, jogos que decidiam a descida ou promoção e derbies locais), mas verificou-se que o declínio só ocorreu na segunda parte nos jogos críticos quando comparado com partidas de menos importância (Bradley e Noakes, 2013).

Os autores Casamichana e Castellano (2014) analisaram as distâncias percorridas dos jogadores em 128 equipa durante 64 jogos realizados no campeonato do mundo da Africa do Sul em 2010. De tal forma, que os mesmos autores verificaram diferenças na distância percorrida em relação ao fato de o jogo estar empatado, apenas na fase a eliminar, quando comparado com os momentos em que as equipas estavam em vantagem ou desvantagem no marcador. Sendo que com o jogo empatado, as equipas apresentavam uma velocidade de corrida média mais baixa. Estes resultados poderiam ser justificados pelos poucos riscos que as equipas estariam disponíveis em assumir, como o medo de serem eliminadas nos jogos de qualificação. Contudo, quando o resultado não se encontra empatado, as equipas são obrigadas a trabalhar mais fisicamente para tentar reverter essa desvantagem no jogo, o mais rapidamente possível (Castellano et al., 2011; Lago et al., 2010).

Outros estudos demonstraram que existem diferenças significativas com base na qualidade do oponente e o resultado em curso do jogo. Diversos autores concluem que quando as equipas se encontram a perder elas têm mais posse de bola (Lago, 2009; Lago e Martin, 2007; Lago-Penas e Dellal, 2010; Taylor et al., 2008) e realizam mais cruzamentos e dribles (Taylor et al., 2008). Por outro lado, quando as equipas se encontram a ganhar, elas tendem a realizar mais interceções e duelos aéreos; menos passes e dribles (Taylor et al., 2008) e menos exercícios de alta intensidade (Lago, 2009; Lago-Penas et al., 2011).

Os resultados de Bradley e Noakes (2013) mostraram que, na segunda parte, as corridas de alta intensidade têm ligação com a atividade da primeira parte e diminuem durante os 5 minutos após períodos intensos. De acordo com os autores, as corridas de alta intensidade são influenciadas pelo resultado e pelas substituições, mas não pela importância de jogo.

Também, já se verificou que quando a bola está em jogo (tempo efetivo de jogo) a distância percorrida em várias categorias de movimento é maior quando se joga em casa do que quando se joga fora, e quando a equipa adversária está a perder ou tem um nível tático mais elaborado (Darren et al., 2015). Por exemplo, Castellano e colaboradores (2011) verificaram, em várias categorias de movimento, que a distância percorrida quando a bola estava em jogo (distância efetiva em tempo útil de jogo) é tendencialmente maior quando se joga em casa do que quando se joga fora, tal como quando a equipa adversária estava a perder ou se fosse de um maior nível competitivo.

Num estudo realizado com seleções nacionais, Casamichana e Castellano (2014) verificaram que, em relação ao ranking FIFA do adversário, quanto menor for o ranking, menor é a velocidade média das equipas. Já em relação à velocidade média, de acordo com o nível das equipas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre grupos de equipas do mesmo nível competitivo, o que não vai de acordo com a pesquisa efetuada por Di Salvo e colaboradores (2009). Ou seja, os referidos autores verificaram que as melhores equipas percorrem menos distâncias a uma maior intensidade do que as equipas menos reputadas. Estes resultados são consistentes com os encontrados por Lago e colaboradores (2010) e por Castellano e colaboradores (2011), visto ambos terem verificado que as distâncias percorridas por jogadores de primeira liga são superiores, quando jogam com equipas melhores classificadas do que quando defrontam equipas piores classificadas.

Por sua vez, Rampinini e colaboradores (2009) verificaram que os jogadores das equipas com mais sucesso, no campeonato italiano, perfazem um maior número de ações de alta intensidade durante um jogo em momentos de posse da bola do que os jogadores de equipas com menos sucesso.

Também, Bradley e colaboradores (2013a) verificaram que em Inglaterra as distâncias percorridas a alta intensidade aumentam consideravelmente quando descemos da Premier League para a Championship.

Os estudos que centraram a sua análise sobre a qualidade das equipas adversárias mostraram que quando se joga contra adversários fortes, as equipas executam mais passes (Taylor et al., 2008), menos dribles (Taylor et al., 2008) e percorrem maiores distâncias (Castellano et al., 2011; Lago et al., 2010; Lago-Penas et al., 2011). Além disso, jogar contra adversários fortes está associado a uma redução no tempo de posse da bola (Lago e Martin, 2007; Lago-Penas e Dellal, 2010).

Contudo, categorizar o adversário de sucesso ou insucesso, e forte ou fraco, tende a ser de acordo com a sua classificação no final da época, o que não tem em conta as diferentes flutuações das equipas ao longo das temporadas. Também, uma equipa pode perder mesmo depois de um ótimo desempenho (com muitas oportunidades de golo, remates, cantos, entre outros) ou ganhar após um desempenho menos positivo (Darren et al., 2015).

Sarmiento e colaboradores (2014), na sua revisão, olharam para os efeitos da localização do jogo, onde o fator casa é referido como uma vantagem na maioria dos estudos verificando-se uma tendência para se marcar mais golos, realizar mais remates, mais cruzamentos, mais passes e mais passes corretos, mais dribles com sucesso e mais cantos, comparando com as equipas que jogam fora. Até nos critérios disciplinares parece haver vantagem, com as equipas que jogam em casa a cometer menos faltas e a verem menos cartões amarelos. Estas evidências indicam que as estratégias no futebol são influenciadas pela localização do jogo e as equipas poderão alterar o seu estilo de jogo de acordo com isso.

Os fatores táticos, tais como a formação de jogo, também parecem ser um fator influente no desempenho físico dos jogadores de elite. Por exemplo, não foram encontradas diferenças significativas nos desempenhos físicos totais dos jogadores que jogam em formações 1+4+4+2, 1+4+3+3 e 1+4+5+1, mas nas corridas de alta intensidade em formações ofensivas foi de aproximadamente 30 a 40% superior do que em formações defensivas (ou seja, 1+4+3+3 e 1+4+4+2 vs. 1+4+5+1). Em contraste, as formações defensivas sem posse da bola registaram valores 20% superiores nas distâncias percorridas em alta intensidade, quando comparadas com formações ofensivas (Bradley et al., 2011). Isso coincidiu com a menor posse de bola para a formação defensiva quando comparado com a ofensiva (44%

vs. 50%), sendo que a posse de bola poderá ter sido um fator decisivo para essas diferenças observadas.

Em 163 partidas da liga de futebol profissional norueguês, Tenga e colaboradores (2010) verificaram que, os contra-ataques foram mais eficazes do que os ataques elaborados quando as equipas jogavam contra uma defesa desequilibrada, mas os ataques elaborados são mais eficazes quando encontram uma defesa equilibrada. Os dados apontados anteriormente indicam claramente a complexidade do jogo, e os investigadores e treinadores necessitam de considerar vários fatores contextuais e técnicos antes de fazerem inferências a partir dos dados do tempo e movimento fornecidos pelos programas de análise de jogo (Van Winckel et al., 2013).

De realçar, também, que se verificam como indicadores melhor sucedidos na Premier League, os passes curtos e longos, o jogo de cabeça, os desarmes e as interceções, do que nas divisões inferiores (Bradley et al., 2013a). Assim, parece que as variáveis táticas e estilo de jogo têm uma influência sobre as distâncias percorridas por jogadores de elite. É importante notar que enquanto os jogadores da Premier League percorrem distâncias menores em corridas de alta intensidade nos jogos, não significa necessariamente que as exigências gerais da competição sejam marcadamente diferentes das de divisões inferiores, isto porque os jogadores da Premier League podem exibir acelerações ou desacelerações superiores e perfis de movimentos laterais que são metabolicamente quantificados (Osgnach et al., 2010).

Em suma, torna-se necessário referir que a natureza multifatorial do futebol denota que as inconsistências irão permanecer enquanto se examinar o impacto dos fatores contextuais e táticos no trabalho (workload) dos jogadores. Apenas se tem investigado os efeitos dos fatores contextuais no desempenho de corrida e só, recentemente, se tem olhado para a variabilidade contextual (Bradley et al., 2011). Bush e colaboradores (2015) examinaram os fatores que influenciam a variabilidade física e técnica na primeira liga inglesa, durante as épocas de 2005-2006 a 2012-2013, em 451 jogadores. Os autores concluíram que os parâmetros técnicos variam mais de jogo para jogo do que os parâmetros físicos, sendo a variação dependente da posição e o desempenho

técnico e físico do contexto. Assim, parece claro que nenhum estudo pode compreensivelmente medir e controlar todas as influências externas (Darren et al., 2015). Segundo Darren e colaboradores (2015), para se conseguir uma melhor compreensão, parece ser necessário criar pesquisas mais robustas usando amostras maiores, bem como, e por exemplo, utilizar análises estatísticas multivariadas de modelos mistos.

2.3.4 – Nível competitivo

De acordo com a revisão de Sarmento e colaboradores (2014), sugere-se, em geral, que os jogadores das equipas melhor sucedidas percorrem maiores distâncias totais com a bola e realizam um maior número de corrida em alta intensidade, têm uma alta média de golos para o total de remates à baliza, realizam mais envolvimento com a bola, um maior número de passes, desarmes, dribles e remates à baliza, quando comparadas com as equipas menos sucedidas.

Em concordância, outras pesquisas (Bangsbo et al., 1991; Mohr et al., 2008) evidenciam que os jogadores de um nível superior executam um maior número de percursos em alta intensidade do que os jogadores de níveis competitivos mais baixos. Por exemplo, Mohr e colaboradores (2003) verificaram que os jogadores de elite do campeonato Italiano realizam 28% mais corridas de alta intensidade do que os jogadores de sub-elite da liga Dinamarquesa. Da mesma forma, Ingebrigtsen e colaboradores (2012) relataram que a distância percorrida em alta intensidade foi 31% a 38% superior em jogadores do escalão mais alto de equipas Dinamarquesas, quando comparado com escalões mais baixos do mesmo país.

Com base nestes dados, pode-se supor que as distâncias percorridas em alta intensidade aumentam à medida que avançamos nos níveis competitivos, mas isso não é inteiramente verificável (Van Winckel et al., 2013). Por exemplo, outros estudos demonstram que os jogadores percorrem maiores distâncias e realizam mais corridas de alta intensidade quando jogam contra adversários de maior qualidade do mesmo campeonato (Castellano et al., 2011; Di Salvo et al., 2009; Rampinini et al., 2007). Jogar contra grandes equipas está associado com menor tempo de posse da bola (Lago, 2009) e, é

possível, que as equipas necessitem de percorrer maiores distâncias a alta intensidade sem bola, na tentativa de aproximar e reagrupar os jogadores na procura de recuperar a posse de bola (Bradley et al., 2013).

Curiosamente, os jogadores da Premier League percorrem menos distância em alta intensidade do que os da Championship e da League One (Bradley et al., 2013a). Dado não haver diferenças reais na capacidade física dos jogadores em cada divisão, verificou-se que esta tendência estava relacionada com o estilo de jogo utilizado nas divisões inferiores, possivelmente porque as equipas utilizam um estilo de jogo mais direto enquanto as equipas da Premier League optam por um estilo de jogo mais baseado na posse (Van Winckel et al., 2013). Também, não existe diferenças nos perfis de atividade de jogadores internacionais e aqueles que jogam nas melhores ligas europeias (Bradley et al., 2010). Assim, a relação entre o nível de competição e o desempenho físico no jogo é mais complexo do que poderíamos pensar inicialmente, e poderá estar interligado com vários fatores contextuais.

2.3.5 – Fadiga

As necessidades físicas num jogo podem resultar na experimentação por parte dos jogadores de alguma fadiga, inferida pelos decréscimos no número de sprints e desempenhos em testes realizados nos intervalos e partes finais do jogo (Mohr et al., 2003; Krstrup et al., 2010).

As pesquisas demonstram que o desempenho de corrida em jogos de elite baixa da primeira para a segunda parte (Di Salvo et al., 2009; Krstrup et al., 2010) ou, temporariamente, depois de períodos mais intensos (Bendiksen et al., 2012). A redução da distância percorrida na segunda parte poderá ser atribuída à fadiga, com estudos a suportarem estes factos. Isto porque os dados encontrados evidenciam uma depleção das reservas de glicogénio muscular, com declínios temporários após os períodos intensos, possivelmente ligados à acidose intramuscular ou à acumulação de potássio no interstício do músculo (Bendiksen et al., 2012; Mohr et al., 2005).

Os autores Comachio e colaboradores (2015) sugerem que é necessário ter conhecimento sobre o indicador, Índice de Fadiga (IF), para melhor se compreender os altos níveis de performance. Sabe-se que quanto menor for o

valor no IF maior será a tolerância do atleta para esforços intensos e, conseqüentemente, à fadiga (Bangsbo, 1994; Krstrup e Bangsbo, 2001).

Como já foi referido anteriormente, alguns estudos demonstraram que o desempenho físico diminui entre a primeira e a segunda parte de um jogo de elite (Di Salvo et al., 2009; Mohr et al., 2003), embora outros experimentos apenas tenham observado diferenças mínimas (Bradley et al., 2013a.). A diminuição do desempenho na segunda parte, ou temporariamente após um período mais intenso, poderia ser atribuída à fadiga (Bradley et al., 2009; Bendiksen et al., 2012; Di Mascio e Bradley, 2013; Krstrup et al., 2006), a estratégias de recuperação (Bradley e Noakes, 2013) ou a variáveis contextuais (Lago et al., 2012). Também, poderiam estar relacionadas, o tempo da bola estar fora de jogo, bem como as oportunidades disponíveis para se envolver no contexto de jogo (Carling e Dupont, 2011).

Embora cada fator tenha o potencial de afetar os desempenhos físicos dos jogadores de elite, a fadiga induzida pelo jogo parece evidente, isto porque a capacidade física declina acentuadamente após os jogos, em comparação com os desempenhos iniciais (Krstrup et al., 2010; Mohr et al., 2004). Estudos demonstram que a queda no desempenho dos jogadores nas Ligas italiana (Vigne et al., 2010), inglesa (O'Donoghue et al., 2001), francesa (Carling, 2011; Carling e Bloomfield, 2010; Carling e Dupont, 2011; Vigne et al., 2010) e espanhola (Di Salvo et al., 2007) tende a ser observada na segunda metade do jogo. No entanto, esta redução (distância total percorrida e distâncias percorridas em alta e muito alta intensidade) não é um fenômeno que ocorre de forma sistemática. Os resultados de diferentes estudos demonstraram que quando os jogadores são obrigados a realizar uma primeira parte mais intensa, a distância total percorrida diminuí na segunda parte. No caso de uma menos intensa primeira parte, a distância total e a de alta intensidade não se alterou, verificando-se mesmo um aumento da distância percorrida em alta intensidade durante a segunda parte.

Quanto aos aspetos técnicos, Rampinini e colaboradores (2009) observaram um declínio entre a primeira e a segunda parte dos jogos do campeonato italiano, desde os jogadores estarem menos envolvidos com a bola e a realizarem menos passes curtos bem sucedidos. Estes dados contrastam com o estudo de Carling e Dupont (2011), que concluíram não

existirem diferenças significativas no desempenho demonstrado por jogadores da liga francesa.

No entanto, outros estudos sugerem que o desempenho dos jogadores de futebol não é influenciado pelo curto período de recuperação entre jogos (Carling e Dupont, 2011),

Desta forma, as manifestações da fadiga sugerem uma incapacidade dos futebolistas percorrerem distâncias repetidamente em situações críticas e, também, poderem reduzir as capacidades técnicas, que são indicadores importantes para o jogo (Rampinini et al., 2009). A redução do desempenho na corrida, na segunda parte, também poderá ser atribuída ao aparecimento da fadiga, pois estudos têm relatado a depleção do glicogênio muscular no final de um jogo (Bendiksen et al., 2012; Krstrup et al., 2006).

Também, verifica-se declínios temporários após períodos intensos num jogo que estão relacionados com o “esgotamento” muscular das reservas de FC, as alterações na acidose intramuscular ou a acumulação de potássio no interstício do músculo (Krustup et al., 2006). Alternativamente, alguns autores sugerem que as reduções de intensidade num jogo podem ser causadas pelo facto dos jogadores utilizarem estratégias, consciente ou inconsciente, de controlo de esforço para completar com sucesso o jogo (Bradley e Noakes, 2013). Embora esta seja uma hipótese atraente, há poucos dados para apoiar ou rejeitar tal argumento. Carling e Bloomfield (2010) observaram como as equipas lidam com o cansaço de um jogador, “poupando-se” e mantendo uma atividade de baixa intensidade, numa tentativa de preservar a capacidade de realizar ações de alta intensidade, que podem ser essenciais na parte restante do jogo. E, isso, possivelmente, sugere a existências de estratégias de gestão do esforço e de jogo. Embora alguns estudos indiquem isso mesmo, é importante perceber que há outros fatores que parecem mostrar que os jogadores não esgotam totalmente as suas capacidades durante os jogos, mas certamente eles atingem o limite quando, durante períodos intensos de jogo, realizam uma série de ataques de alta intensidade com recuperação mínima.

Ao se observar o período seguinte aos momentos críticos de alta intensidade de jogo, poderemos verificar um decréscimo de 8 a 12% das médias de desempenho no jogo, o que significa, possivelmente, o aparecimento da fadiga temporária (Van Winckel et al., 2013). Segundo Darren

e colaboradores (2015), as observações já realizadas mostram que os jogadores não deixam de participar num jogo prematuramente devido à exaustão. Esta é gerida pelo jogador e é influenciada por vários fatores incluindo experiência, envolvimento e uma série de fatores contextuais, como por exemplo o resultado do jogo.

A aplicação prática destes resultados sugere que os treinadores devem condicionar os jogadores para serem capazes de lidar com múltiplas repetições de ações intensas, através da realização de treinos de resistência de velocidade em jogos reduzidos ou em formatos específicos (Ade et al., 2014). Convém, no entanto, ressaltar que o futebol exige dos jogadores o fornecimento energético, a partir das diferentes vias metabólicas, assim como uma excelente capacidade mental. Também, e em relação a este tema, se verifica que as investigações dedicam mais estudo acerca da fadiga física do que ao desgaste mental (Darren et al., 2015). Segundo Darren e colaboradores (2015), enquanto o declínio no desempenho de jogo é atribuído à capacidade física do jogador, é possível que a fadiga mental interaja nesse processo limitando a capacidade física.

Segundo Whyte (2006), apesar de existir literatura que descreve as relações entre atributos fisiológicos e performance, estes tendem a confinar-se aos fatores associados com a resistência e a aptidão cardiorrespiratória. O autor crê que há falta de informação que descreva a relação entre fatores fisiológicos e desempenho em desportos de campo devido às dificuldades de definição e avaliação do desempenho em cada desporto. Como existe uma grande heterogeneidade das amostras utilizadas na literatura, os resultados obtidos tendem a ser muito díspares. Como tal, parece-nos importante desenvolver um estudo que envolva uma amostra assertiva e que respeite a validade ecológica do desporto selecionado. Acreditamos que, estabelecendo uma relação entre atributos fisiológicos e desempenho atlético, é possível identificar fatores mais próximos e relacionados com o sucesso e indexar a variância de percentagem no desempenho explicada por cada atributo.

2.4 – Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST)

O protocolo de corrida denominado Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) foi desenvolvido na Universidade de Wolverhampton, como um

teste específico para o desporto (Draper e Whyte, 1997). O propósito do RAST, é similar ao do conhecido teste de Wingate, Wingate Anaerobic 30 cycle Test (Want), visto ambos permitirem aos treinadores avaliarem as potências máxima, média e mínima, bem como o índice de fadiga dos seus atletas. Uma das vantagens da aplicação do RAST, em relação ao WANT, prende-se com o material a utilizar, com o baixo custo dos equipamentos, bem como a sua especificidade (Draper e Whyte, 1997).

Vários procedimentos já foram desenvolvidos para estimar a potência e/ou a capacidade de produção de energia no músculo-esquelético através da via anaeróbia. Alguns dos procedimentos usados para estimar este parâmetro são: o deficit máximo de oxigénio acumulado (Maximal accumulated oxygen deficit - MAOD; Hill et al., 2002), o teste de Wingate (Bar-Or, 1987), o teste Maximal anaerobic running test (MART) (Nummela et al., 1996), o teste Margaria staircase running (Nedeljkovic et al., 2007), o teste vertical jump (Nummela et al., 1996), entre muitos outros (Zagatto et al., 2009).

O teste Maximal accumulated oxygen deficit (MAOD) e o WANT possuem os protocolos mais conhecidos e cientificamente aceites neste domínio, avaliando a capacidade e potência anaeróbia (Zagatto et al., 2009). A utilização de alguns destes testes normalmente não requer a utilização de equipamentos dispendiosos e/ou de muito tempo para a aplicação. O WANT é mais fácil de aplicar, uma vez que só são necessários 30 segundos de exercício, realizados num cicloergómetro (Balciunas et al., 2006) e é visto como um procedimento protocolar que avalia a potência anaeróbia de uma forma fiável e reproduzível. Devido à sua aceitação científica como um bom meio de avaliação da potência e capacidade anaeróbia, o WANT tem sido utilizado como um procedimento padrão para verificar a validade dos testes de avaliação anaeróbia em diferentes modalidades desportivas (cf., Nummela et al., 1996; Zemkova e Hamar, 2004; Zagatto et al., 2008). O WANT, também, tem sido utilizado para avaliar o estado de treino anaeróbio de corredores (Granier et al., 1995), sendo considerado como um bom instrumento preditor de performances de corrida de curta distância.

No entanto, para maior especificidade no processo de avaliação, o WANT foi adaptado para outros desportos, a saber: natação (Morouço et al., 2012), atletismo (Zemkova e Hamar, 2004) e, recentemente, jogos desportivos

coletivos, através do Running-based Anaerobic Sprint Test - RAST (Zacharogiannis et al., 2004).

Desde há uns anos, que se começou a utilizar o RAST na avaliação da performance anaeróbia de atletas. Casanova (2002) efetuou um estudo com jogadores de futebol, em vários escalões de formação (sub-15 até sub-19) onde inferiu que, a partir dos indicadores de potência, se verifica que os futebolistas obtêm melhores performances no RAST do que no WANT. No entanto, não foi encontrada uma associação forte entre os dois testes. A maior quantidade de massa muscular mobilizada no RAST e o facto de o movimento ser realizado em posição de bipedestação poderão explicar essa menor correlação, bem como os valores mais elevados da F.C. para o RAST (Casanova, 2002).

Posteriormente, os autores Zacharogiannis e colaboradores (2004) validaram o RAST, tendo sido observadas correlações significativas entre o RAST e o WANT para as variáveis da P_{máx} (potência máxima) e da P_{mín} (potência mínima; $r = 0.82$ e $r = 0.75$, respetivamente). Podendo, desta forma terem concluído que o RAST poderá ser utilizado para avaliar a potência e a capacidade anaeróbia.

Também, Zagatto e colaboradores (2009) investigaram a confiabilidade e a validade do RAST numa avaliação anaeróbia no desempenho de curtas distâncias. A amostra foi constituída por 40 membros das forças armadas (idade 19.78 ± 1.18). O RAST foi aplicado em duas etapas. Na primeira, investigou-se a confiabilidade do RAST utilizando o método teste-reteste. Na segunda, procuraram validar o RAST comparando com os resultados obtidos no WANT e os desempenhos de corridas aos 35, 50, 100, 200 e 400m. A partir dos resultados obtidos não se observou diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do teste-reteste no primeiro momento ($p < 0.05$), mas verificou-se correlações significativas entre eles (coeficiente de correlação interclasse $\cong 0.88$). Os valores do RAST apresentaram correlações significativas com o teste de Wingate nas P_{máx} ($r = 0.46$), P_{med} ($r = 0.53$) e IF ($r = 0.63$) e nos desempenhos de corrida aos 35, 50, 100, 200, e 400m ($p < 0.05$). Assim, os autores concluíram que este procedimento é confiável e válido e pode ser usado na avaliação de corrida para a potência anaeróbia, podendo também prever os desempenhos em corridas de curtas distâncias.

Em semelhança, Bongers e colaboradores (2015) com o objetivo de determinar critérios e validar o RAST pediátrico como um teste de campo não sofisticado para avaliação da performance anaeróbia em crianças e adolescentes saudáveis, concluíram que o RAST pediátrico pode ser usado como um teste de campo não sofisticado para avaliar a performance anaeróbia em crianças e adolescentes saudáveis. Para os pressupostos clínicos foi sugerido usar a Pméd (potência média) do teste quando se pretender avaliar a potência glicolítica, em detrimento do WANT.

Uma das vantagens da utilização do RAST na avaliação da potência anaeróbia é o facto de permitir uma execução de movimentos mais específica de alguns desportos, uma vez que a corrida é o principal meio de locomoção. Também, é facilmente aplicável e é barato, e pode ser facilmente incorporado numa rotina de treino (Zagatto et al., 2009). Considerando que este teste de campo é confiável e válido para desportos de equipa (Balciunas et al. 2006), será, também, potencialmente um bom preditor do desempenho da potência anaeróbia (Zagatto et al. 2009). Em concordância, Brocherie e colaboradores (2004) afirmam que torna-se imperativo testar jogadores no seu ambiente de competição, a fim de maximizar a validade ecológica dos resultados da investigação e obter recomendações cientificamente testadas.

Assim, o RAST parece ser o teste com características mais próximas aos desportos coletivos, uma vez que utiliza a corrida intermitente como medida. Os parâmetros do RAST são semelhantes e fortemente associados com os determinados pelo WANT (Zacharogiannis et al., 2004), e pode ser utilizado para prever o desempenho na corrida de distâncias curtas (de 35 a 400m; Zagatto et al., 2009). Além disso, preparadores físicos e treinadores têm vindo a utilizar este meio para avaliar os parâmetros anaeróbios em diferentes modalidades, nomeadamente no futebol (Spigolon et al., 2007; Santos et al., 2009). Além de jogadores de futebol (Alizadeh et al., 2010), o RAST tem sido utilizado para a avaliação anaeróbia de jogadores de basquetebol (Balciunas et al., 2006), jogadores de andebol (Roseguini et al., 2008) entre outros.

Andrade e colaboradores (2016) refutam que o RAST não seja fiável quando é realizado em superfícies de relva (com calçado adequado). Os resultados obtidos no seu estudo demonstraram que o RAST tem uma metodologia fácil de aplicar e de baixo custo, e apresenta uma elevada

fiabilidade, mesmo quando realizado em superfícies menos rígidas, tais como a relva. Além disso, a maioria das variáveis do RAST pode ser utilizado para determinar a potência anaeróbia durante o treino em pisos de relva. No entanto, Kalva-Filho e colaboradores (2013) encontraram valores significativamente menores nessas variáveis quando determinados na relva, que pode ser devido à ineficiência do ciclo encurtamento-alongamento e contribuições glicolíticas mais elevadas em superfícies menos rígidas.

Segundo Meckel e colaboradores (2009), torna-se necessário criar e validar uma base adequada usando sprints repetidos, coincidindo com o padrão de movimento, a fim de replicar o mais alto nível das necessidades fisiológicas do jogo.

CAPÍTULO III – MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Amostra

A amostra deste estudo foi constituída por 227 futebolistas masculinos, atletas de clubes que competem na primeira divisão nacional nos seus escalões, subdivididos em três grupos de idade. O primeiro grupo (G1) de atletas foi constituído por 89 sujeitos com idades compreendidas entre os 14 e 15 anos; o segundo grupo (G2) foi constituído por 107 jogadores com 16 e 17 anos de idade; o terceiro grupo (G3) integrou 31 futebolistas de 18 e 19 anos de idade.

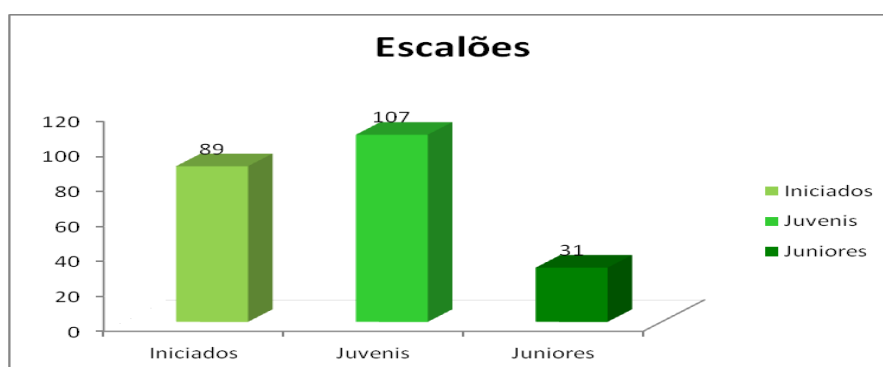


Figura 1– Frequência absoluta da amostra por escalões.

3.2 – Metodologia e *Instrumentarium*

O presente estudo foi conduzido no início do período preparatório da época desportiva, com sensivelmente 4 a 5 semanas de preparação. Os sujeitos da amostra foram avaliados através de um teste de terreno, tendo sido instruídos no sentido de evitarem a realização de qualquer atividade física intensa nas 24 horas anteriores à realização da avaliação.

Antes de se proceder à realização do teste, os atletas efetuaram exercícios de ativação geral e foram informados e instruídos acerca dos procedimentos de realização do teste.

Para a avaliação da performance anaeróbia foi utilizado o teste Running-based Anaerobic Sprint Test- RAST. Este teste de terreno, consiste na realização de 6 sprints sobre uma distância de 35 metros, à máxima

velocidade, com intervalos entre repetições com duração de 10 segundos (contabilizados por dois cronómetros). O tempo despendido pelo atleta em cada repetição foi medido por dois pares de células fotoeléctricas *Brower Timing System, Utah-USA*, colocadas no início e no final de cada percurso (ver Figura 2), sendo posteriormente registado em fichas desenvolvidas para esse efeito. O tempo de pausa foi cronometrado por um sujeito situado no final de cada percurso sendo os atletas informados do tempo decorrido. No final do período de 10 segundos (pausa) os atletas iniciavam a repetição seguinte.

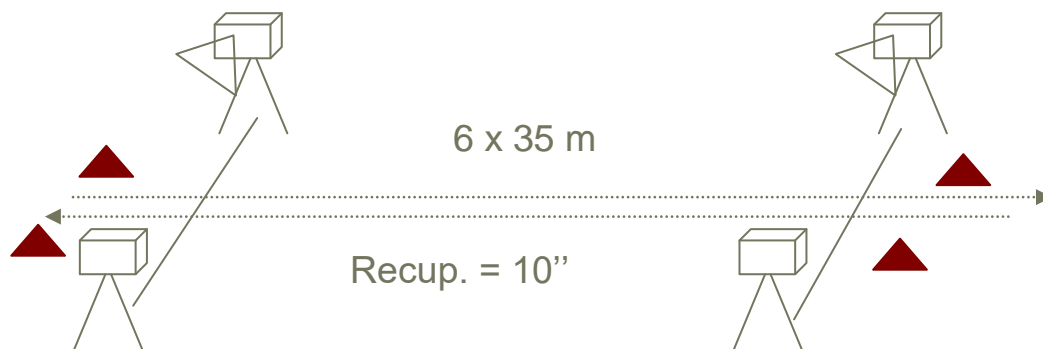


Figura 2- Representação esquemática do RAST.

No final do teste foram calculados os valores da $P_{\text{máx}}$, $P_{\text{méd}}$, $P_{\text{mín}}$ (expressos em Watts) e do IF (em percentagem), a partir dos tempos gastos nos percursos, utilizando a seguinte fórmula: $\text{Potência} = \text{Massa (Kg)} \times \text{Distância}^2 / \text{Tempo}^3$. A $P_{\text{máx}}$ foi calculada a partir do melhor tempo alcançado no teste e na primeira repetição. Os valores da $P_{\text{méd}}$ resultaram do cálculo efetuado a partir do tempo médio gasto na realização das seis repetições. A $P_{\text{mín}}$ foi obtida a partir do pior tempo realizado no teste, que deverá ocorrer na última repetição. O IF representa a razão entre o valor da diferença da $P_{\text{máx}}$ e da $P_{\text{mín}}$ pelo valor da $P_{\text{máx}}$, multiplicada por cem. No final de cada percurso do RAST registou-se em folhas próprias os tempos de corrida (expressos em centésimos de segundo).

3.3 – Procedimentos estatísticos

Para o tratamento e análise dos dados utilizaram-se os valores da estatística descritiva habituais, a média e o desvio padrão. Foi realizado o estudo da

normalidade da amostra através do teste Shapiro-Wilk. Para a comparação das médias entre grupos nos indicadores avaliados recorreu-se à *ANOVA*. Quando não se verificou as homogeneidades de variâncias aplicaram-se os testes Welch e Brown-Forsythe e para a comparação entre os grupos amostrais aplicou-se o teste Tukey. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5%. Na análise e tratamento informático dos dados foram utilizados os programas ExcelTM e SPSSTM.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS

4. RESULTADOS

Os valores médios (média \pm desvio padrão) do melhor tempo de corrida - Best Sprint, e dos indicadores de Pmáx, Pméd, Pmin e IF obtidos são passíveis de obter através dos resultados do RAST estão representados no Quadro 1.

Quadro 1- Valores médios (média \pm desvio padrão) e comparativos obtidos em cada um dos indicadores de performance (Best Sprint, Pmáx, Pméd, Pmin e IF) pelos diferentes grupos amostrais.

	Pmáx		Pméd		Pmin		Best Sprint		IF	
	<i>média</i>	<i>$\pm dp$</i>	<i>Média</i>	<i>$\pm dp$</i>	<i>Média</i>	<i>$\pm dp$</i>	<i>média</i>	<i>$\pm dp$</i>	<i>média</i>	<i>$\pm dp$</i>
Iniciados	529,89*	138,66	427,17*	104,65	335,02*	83,58	5,14*	0,28	35,71	9,53
Juvenis	717,26*	122,68	568,52*	100,57	445,04*	85,79	4,86*	0,22	37,72	7,49
Juniores	852,57*	142,32	685,36*	98,16	540,85*	90,23	4,67*	0,21	36,29	7,06

* Diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$)

Como se pode depreender através da leitura do Quadro 1, o rendimento dos jovens futebolistas expresso pelos valores médios das potências e Best Sprint aumentam do escalão de iniciados até ao de juniores. Por sua vez, o IF não apresenta uma direção linear.

Uma vez analisada a homogeneidade de variâncias para as diferentes variáveis, verificou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os grupos amostrais apenas na variável Best Sprint (ver Quadro 1).

Todavia, e como não se verificou homogeneidade de variâncias nas restantes variáveis, aplicamos os testes Welch e Brown-Forsythe. A partir deste procedimento estatístico, também se verificou diferenças estatisticamente significativas para as variáveis de potência (Pmax, Pmin e Pmed) entre os grupos. Ao contrário do IF em que não se encontrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Por fim, com a aplicação do teste Tukey podemos constatar a existência de diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para todas as variáveis analisadas (Pmáx, Pméd e Pmín) entre os escalões, com exceção para a variável IF.

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Perante a apresentação dos resultados da performance anaeróbia dos jovens futebolistas, expressos pelos valores de potência máxima (P_{máx}), potência média (P_{méd}) e índice de fadiga (IF) avaliados através do RAST, em futebolistas de diferentes escalões de idades, foram formulados os seguintes objetivos: I) Descrever e comparar a performance anaeróbia expressa pelos valores de potência máxima (P_{máx}), potência média (P_{méd}) e índice de fadiga (IF) avaliados através de um teste de *sprint* repetido (Running-based Anaerobic Sprint Test), em futebolistas de diferentes escalões de idades; II) Descrever e comparar o Best Sprint avaliado através Running-based Anaerobic Sprint Test, em futebolistas de diferentes escalões de idades.

Nos desportos coletivos (futebol, basquetebol, andebol, voleibol), os momentos mais importantes e decisivos são caracterizados pelos esforços de curta duração e de alta intensidade, intercalados com recuperação ativa ou passiva (laia et al., 2009). Concretamente, no futebol e na sua manifestação como desporto competitivo, as exigências de ações de elevadas intensidades são determinantes ao sucesso de um jogo. Dentre as capacidades físicas importantes ao futebol, a potência anaeróbia merece uma atenção especial (Asano et al., 2009).

Para as necessidades deste tipo de esforços, Glaister (2005) refere que, a avaliação e monitorização dos parâmetros anaeróbios durante o período de treino torna-se indispensável. Mas é preciso ter em conta que as variáveis anaeróbias dos futebolistas de diferentes idades são consideradas fatores determinantes para a prescrição, orientação e controlo do treino e para a potenciação do desempenho no desporto de competição (Campeiz e Oliveira, 2006).

Os resultados obtidos em todos os indicadores de potência (i.e. P_{máx}, P_{méd} e P_{min}), permitiu-nos verificar que a produção de potência muscular e o Best Sprint tendem a aumentar com o avançar da idade dos sujeitos. Quanto ao indicador de rendimento IF, os dados obtidos permitiram verificar que não existiram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes escalões.

No que concerne à evolução observada dos indicadores com o aumentar da idade, também na literatura encontramos resultados semelhantes aos encontrados no nosso estudo. Os autores Spigolon e colaboradores (2007), ao analisarem a potência anaeróbia em 74 jogadores de futebol nas categorias de sub-15, sub-17 e sub-20, também verificaram que os valores da $P_{\text{máx}}$, $P_{\text{méd}}$ e P_{min} aumentam do escalão de sub-15 até ao escalão de sub-20. Concretamente, verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$) entre os 3 escalões para a $P_{\text{máx}}$ relativa (sub-15=8,58 w/kg; sub-17=9,79 w/kg; sub-20=10,82w/kg) e $P_{\text{méd}}$ relativa (sub-15=6,97w/kg; sub-17=7,82w/kg; sub-20=8,74w/kg). Para a P_{min} relativa, apenas encontraram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$) entre o escalão de sub-20 para os restantes, no entanto foi observável uma melhoria estatisticamente significativa à medida que a idade cronológica aumenta (sub-15=5,67w/kg; sub-17=6,14w/kg; sub-20=7,03w/kg). Os mesmos autores, tal como nós, também não verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para o IF entre os diferentes escalões.

Também, Silva e colaboradores (2016), ao analisarem 20 jogadores de futebol (10 do escalão de sub-15 e 10 do escalão de sub-17), verificaram uma melhoria dos resultados no escalão superior. Para a $P_{\text{máx}}$ relativa os valores médios aumentaram 2, 18 w/kg, no que respeita aos valores médios da $P_{\text{méd}}$ relativa eles subiram de 6,19 para 7 w/kg e na P_{min} relativa a subida foi de 4,13 w/kg para 5,82 w/kg. Também, para estes autores, os valores do IF encontrados foram próximos (sub-15=5,9 w/s e sub-17=6,41 w/s)

Concomitantemente, Figueiredo e Mata (2016) num estudo com 17 jogadores de futebol (sub 15; n=9) e sub 17; n=8), encontraram em dois momentos melhores resultados pelos atletas sub 17 ($P_{\text{máx}}$ =10 e 10,8; $P_{\text{méd}}$ =7,7 e 8,4; P_{min} =5,7 e 6,6), em comparação com os sub 15 ($P_{\text{máx}}$ =8,1 e 9,9; $P_{\text{méd}}$ =6,6 e 8,3; P_{min} =5,1 e 6,7).

Importa referir que, na literatura atual verificamos resultados similares, perante amostras semelhantes, mas utilizando diferentes testes de avaliação anaeróbia. Os investigadores Asano e colaboradores (2009), com o objetivo de determinar e comparar o perfil da potência anaeróbia em atletas de futebol de diferentes escalões de formação, utilizando o teste de Wingate (WANT), avaliaram 63 atletas do sexo masculino, divididos em grupos de acordo com as

categorias que competem: sub-13 (n=29), sub-15 (n=19) e sub-17 (n=19). Os dados obtidos na potência máxima absoluta e da potência média absoluta dos sujeitos do grupo sub-17 foram significativamente superiores ($p<0,05$) do que os do grupo sub-15, e por sua vez estes apresentaram valores estatisticamente superiores aos sujeitos do grupo sub-13.

Num outro estudo, realizado por Asano e colaboradores (2013), os valores encontrados foram semelhantes. O objetivo da investigação foi o de avaliar e comparar a potência e capacidade anaeróbia em atletas de futebol nos escalões de formação de sub-15 (n = 42), sub-17 (n = 41) e sub-20 (n = 86), e atletas adultos de um clube de futebol profissional. Utilizando o teste WANT, e numa amostra de 197 indivíduos do sexo masculino, os resultados permitiram verificar que em jogadores de futebol a potência e a capacidade anaeróbia máxima é dependente da idade cronológica até a categoria adulta.

Outros autores (Campeiz e Oliveira, 2006; Villar e Denadai, 2001; Siqueira et al., 2007) tiraram semelhantes conclusões para jovens futebolistas sub-13 e sub-15.

Tendo em consideração os resultados obtidos nos diferentes estudos, Siqueira e colaboradores (2007) referiram que a potência anaeróbia das crianças e jovens praticantes de futebol são influenciadas pela maturação biológica, apresentando um comportamento de crescimento no desempenho conforme avançam no estágio maturacional. Aliás, durante a fase pré-pubertária e pubertária a maturação biológica pode diferir consideravelmente para a mesma idade cronológica, por causa do resultado das modificações ocasionadas pelo crescimento e desenvolvimento (Villar e Denadai, 2001), mas o comportamento da performance anaeróbia irá aumentar com o avançar da idade cronológica.

Importa, por outro lado, referir que a maturação é caracterizada por um processo evolutivo do indivíduo e deve ser entendida como um conjunto de mudanças biológicas e físicas que ocorrem na forma sequencial e ordenada, levando o indivíduo a atingir o estado adulto (Siqueira et al., 2007).

Esta progressão da performance anaeróbia relacionada com o avanço da maturação biológica deve-se, também, ao incremento nos níveis hormonais, levando assim a que as concentrações de glicogénio musculares e as taxas de utilização sejam menores em crianças e jovens pré-púberes, associando-se a

que as crianças possuam menor força muscular nas pernas em relação ao peso corporal, se comparadas com os adultos, o que, também, poderia reduzir o desempenho nos exercícios anaeróbios (McArdle et al., 1998). Desta forma, verifica-se que a melhoria da performance anaeróbia deverá ser muito dependente da maturação, em função, provavelmente, dos maiores níveis circulantes de testosterona (Siqueira et al., 2007). Concretamente, e em relação à capacidade anaeróbia, observa-se mudanças no metabolismo anaeróbio láctico durante o crescimento, onde se verifica que o lactato sanguíneo e muscular, a atividade enzimática glicolítica, o débito e déficit de oxigénio e a performance em exercícios de curta duração aumentam gradualmente desde a infância até à fase adulta (Villar e Denadai, 2001).

Perante os dados encontrados e discutidos anteriormente, e na tentativa de se perceber a influência do salto pubertário nos resultados obtidos nos diversos indicadores de rendimento do RAST, observou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para todos eles entre os grupos amostrais, com exceção para o IF. Por outro lado, os valores dos indicadores de rendimento anaeróbio tendem a dissuadir-se entre os escalões sub-17 e sub-19 (ver Quadro 3). Corroborando estes resultados, Asano e Colaboradores (2013) obtiveram valores mais elevados para a potência anaeróbia, utilizando o WANT, levando-os, assim, a afirmar que em jogadores de futebol a potência anaeróbia máxima é dependente da idade cronológica até a categoria adulta, deixando antever que de acordo com a idade do atleta e com as sessões de treino a potência anaeróbia tende a evoluir. Reforçando esta ideia, Campeiz e Oliveira (2006) observaram, em relação aos indicadores de potência máxima, valores superiores para o escalão de juniores do que para o de juvenis.

Num outro estudo realizado por Asano e colaboradores (2009) foram encontrados resultados onde a potência anaeróbia máxima e a potência média também são superiores em atletas mais velhos. Para Asano e colaboradores (2009) estes valores são os esperados, uma vez que como os sujeitos estão em fase de crescimento e desenvolvimento a produção de força absoluta tende a aumentar, em particular pelo aumento do tamanho do corte transversal do músculo-esquelético. Provavelmente, as diferenças hormonais, como a testosterona e a concentração de glicogénio, são fatores que limitam a

produção de potência anaeróbia em atletas mais jovens. Assim sendo, parece ser plausível afirmar que, com estímulos de treino anaeróbios adequados, a capacidade de produção de força dos futebolistas tende a aumentar.

Tal como no nosso estudo, também Spigolon e colaboradores (2007) verificaram que os valores médios do IF não apresentam diferenças entre os diferentes escalões analisados. Também, Campeiz e Oliveira (2006) observaram uma homogeneidade entre os resultados dos diferentes grupos amostrais (seniores, juniores e juvenis) para a variável IF. Provavelmente, este dado é explicado pelo facto de que quanto menor é o valor do índice de fadiga, maior é a tolerância do atleta ao esforço intenso e, consequentemente, à fadiga (Bangsbo, 1994). Os valores de IF encontrados nos estudos anteriormente reportados para os diferentes escalões não apresentaram diferenças significativas, podendo-se assim inferir que em função do treino e da preparação física, como era o caso da nossa amostra (jogadores de futebol que competem na primeira divisão nacional), os atletas em todos os escalões estão preparados para as exigências de esforços anaeróbios num jogo de futebol.

Bortolotti e colaboradores (2010) referem que muitos autores têm utilizado IF como indicativo da queda do desempenho. Dois estudos de Glaister e colaboradores (2004, 2008) sugerem que, embora existam diferenças na magnitude do IF quando comparados diferentes modelos, o mesmo constitui uma medida válida para analisar o desempenho em testes de sprints repetidos. Posteriormente, Oliver (2009) colocou sérias dúvidas quanto à utilidade do mesmo indicador. Para o autor, serão outras medidas como: tempo médio, tempo total, melhor tempo e tempos individuais de cada sprint que serão mais ajustados na avaliação da capacidade de realizar sprints repetidos.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

De acordo com a estruturação definida ao longo deste trabalho, e tendo como base a análise e discussão dos dados recolhidos no estudo, apresentamos as seguintes conclusões. A saber:

- O tempo de Best Sprint diminui com a idade, desde o escalão de sub 15 até ao sub 19;
- A $P_{\text{máx}}$, a $P_{\text{méd}}$ e a P_{min} produzida durante o teste RAST aumenta com a idade, desde o escalão de sub 15 até ao sub 19;
- O IF após aplicação de um teste de sprints repetidos não é influenciado pela idade;
- O teste RAST discrimina atletas de diferentes idades, relativamente à performance anaeróbia.

Face ao exposto e realizado ao longo deste estudo, temos a necessidade de expôr uma sugestão de se explorar e tentar perceber quais as diferenças entre os valores da performance anaeróbia em função das posições específicas, utilizando o RAST. E, tentar perceber a influência do treino e da competição na performance anaeróbia dos jovens futebolistas portugueses.

CAPÍTULO VII – BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFIA

- Ade, J. Harley, J. e Bradley, P.S. (2014). The Physiological Response, time-motion characteristics and Reproducibility of Various Speed Endurance Drills in Elite Youth Soccer Playeres. Small Sided Games vs Generic Running. International Journal Sports Physical and Performance, 9(3):471-9.
- Alizadeh R., Hovanloo F. e Safania A. (2010). The relationship between aerobic power and repeated sprint ability in young soccer players with different levels of VO2 max. Journal of Physical Education and Sport, 27:86-92.
- Almeida, B. e Loureiro, J. (2014). Perfil anaeróbio obtido pelo running anaerobic sprint test (r.a.s.t.) no período pré-competitivo de atletas inscritos no campeonato paraense sub-20 de 2013. Revista Brasileira de Futebol, 06(2): 39-46.
- Andrade, V. (2015). Alterações mecânicas e fisiológicas induzidas por um teste anaeróbico de esforços repetidos de alta intensidade. Dissertação apresentada à Faculdade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Brasil.
- Andrade, V., Santiago P., Kalva Filho, C., Zapatterra Campos, E. e Papoti, M. (2016). Reproducibility of running anaerobic sprint test (RAST) for soccer players. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,, Jan-Feb;56(1-2):34-8.
- Andrade, V., Kalva-Filho, C., Zagatto, A., Kaminagakura, E., Papoti, M. e Santiago, P. (2013). Influência da aptidão aeróbia no running anaerobic sprint test (RAST). Motriz: Revista de Educação Física, 19: 1-7.
- Asano R., Neto J., Ribeiro D., Barbosa A. e Sousa M. (2009). Potência anaeróbia em jogadores jovens de futebol: comparação entre três categorias de base de um clube competitivo. Brazilian Journal of Biomotricity, 3(1):76-82.
- Asano R., Sales M., Moraes J., Coelho J., Neto W., Neto J., Campbell C. e Simões H. (2013). Comparação da potência e capacidade anaeróbia em jogadores de diferentes categorias de futebol. Revista Motricidade, 9(1): 5-12.
- Aziz, A., Chia, M. e Teh, K. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance índices in held hockey

and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40 (3): 195-200.

- Balciunas, M., Abrantes, C. e Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5: 163-170.
- Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer – with special reference to intense intermitente exercise, *Acta Physiologica Scandinavica. Journal of Sports Sciences. Suppl.* 619 (151): 1-155.
- Bangsbo, J. (1997). The physiology of intermittent activity in football. In: *Science and Football III* (pp. 43-53). Eds: Reilly, T., Bangsbo, J. and Hughes, M. London, E & FN Spon.
- Bangsbo, J., Norresaard, L e Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Science*, 16: 110-116.
- Bangsbo, J. (2014). Physiological Demands of Football. *Sports Science Exchange*, 27: 1-6.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine* 4: 381–394.
- Bendiksen, M., Bischoff, R., Randers, M., Mohr, M., Rollo, J., Suetta, C., Bangsbo, J. e Krstrup, P. (2012). The Copenhagen Soccer Test: physiological response and fatigue development. *Medicine Science Sports Exercise*, 44: 1595-1603.
- Bloomfield, J., Polman, R., e O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6: 63-70.
- Bongers, B., Werkman, M., Blokland, D., Eijsermans, M., Torre, P., Bartels, B., Verschuren, O. E Takken, T. (2015). Validity of the Pediatric Running-Based Anaerobic Sprint Test to Determine Anaerobic Performance in Healthy Children. *Pediatric Exercise Science*, 27: 268 - 276.
- Bortolotti, H., Pasquarelli, B., Soares-Caldeira, L., Altimari, L., e Nakamura, F. (2010). Avaliação da capacidade de realizar Sprints repetidos no futebol. *Motriz*, 16 (4): 1006-1012.
- Bradley, P. e Noakes, T. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Science*, 31: 1627-1638.

- Bradley, P., Carling, C., Archer, D., Robert, J., Dodds, A., Di Mascio, M., Paul, D., Diaz, A., Peart, D., e Krustup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science*, 29: 821-1130.
- Bradley, P., Carling, C., Gomez Diaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Boddy, M., Krustup, P. e Mohr, M., (2013^a). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32: 808-821.
- Bradley, P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P, e Krustup, P., (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science*, 27: 159-168.
- Bradley, P.S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P. e Sheldon, D. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at diferente performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 2343-2351.
- Brocherie, F., Millet, G. e Girard, O. (2014). Neuro-mechanical and metabolic adjustments to the repeated anaerobic sprint test in professional football players. *European Journal of Applied Physiology*, 115 (5): 891-903
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D.T., Hogg, B. e Bradley, P.S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39:1-11.
- Casanova, F. (2002). Avaliação da Performance Anaeróbia. Estudo de Validação Criterial de um Teste de Terreno e Comparação da Performance Anaeróbia em Futebolistas de Diferentes Idades. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade do Porto.
- Campeiz, J. e Oliveira, P. (2006). Análise comparativa de variáveis antropométricas e anaeróbias de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. *Movimento & Percepção*, 6 (8): 54-88.
- Carling, C. e Bloomfield, J. (2010). The effect of an early dismissal on player work-rate in a professional soccer match. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1): 126–128.
- Carling, C. e Dupont, G. (2011). Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during

- professional soccer match-play? *Journal of Sports Sciences*, 29(1): 63–71.
- Carling, C., Reilly, T. e Williams, A. (Eds.). (2009). *Performance assessment for field sports*. London: Routledge.
 - Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. e Reilly, T., (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38: 839-862.
 - Casamichana, D. e Castellano, J. (2014). Variables contextuales y distancia recorrida en la copa mundial Sudáfrica'10 / Situational Variables And Distance Covered During The World Cup Southafrica'10. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14 (56): 603-617.
 - Castagna, C., Manzi, V. D'Ottavio, S. Annino, G., Padua, E. e Bishop, D. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4): 1172-1176.
 - Castellano, J., Blanco-Villasenor, A. e Alvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32: 415-421.
 - Cipryan L. e Gajda V. (2011) The influence of aerobic power on repeated anaerobic exercise in junior soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 28: 63–71.
 - Comachio, J., Comachio, G., Lovato, P., Perecin, J. e Favaro, O. (2015). Anaerobic performance and anthropometric characteristics of american football players of a brazilian team. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 9 (51): 81-89.
 - Darren J., Bradley, P e Nassis, G. (2015). Factors Affecting Match Running Performance of Elite Soccer Players: Shedding Some Light on the Complexity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10: 516 -519.
 - Dellal, A., Chamari, K., Wong, D., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G., e Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match- play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11 (1): 51–59.
 - Dellal, A. (2008). Analysis of the soccer player physical activity and of its consequences in the training: special reference to the high intensities

intermittent exercises and the small sided-games. Master's thesis, University of Sports Sciences, Strasbourg, France.

- Dellal, A., Wong, P., Moalla, W. e Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of players in the French First League- with special reference to their playing position. *International SportMedicine Journal*, 11 (2): 278-290.
- Di Falco, A. (2015). Physiology of soccer: A review. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(3): 85-90.
- Di Mascio, M. e Bradley, P. (2013). Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27: 909-915.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F. e Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 3: 1-6.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. Bachl, N. e Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28 (3): 222–227.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P. e Drust, B. (2009) Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30: 205-212.
- Draper, N. e Whyte, G. (1997). Here's a new running-based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Peak Performance*, 96: 3-5.
- Drust, B., Atkinson, G. e Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. [Review]. *Sports Medicine*, 37 (9): 783–805.
- Figueiredo, D., e Matta, M. (2016). Análise do desenvolvimento da capacidade física "Potência Anaeróbia" durante período preparatório de quatro semanas em jovens futebolistas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 10 (58): 225-232.
- Foss, M e Keteyian, S. (2000). *Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 6º edição
- Glaister M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35 (9): 757-77.

- Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J. e McInnes, G. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (5): 1597-1601.
- Glaister, M., Stone, M., Stewart, A., Hughes, M. e Moir, G. (2004). The reliability and validity of fatigue measures during short-duration maximal-intensity intermittent cycling. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18 (3): 459-462.
- Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Anselme, F., e Prefaut, C. (1995). Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 70: 58-65.
- Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G. e Salvo., V., (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, :237-242.
- Guyton, A. e Hall, J. (1998). *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças* (6ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan
- Gwacham N. e Wagner D. (2012). Acute effects of a caffeine-aurine energy drink on repeated sprint performance of american college football players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 22: 109–116.
- Hamilton M., Gonzales-Alonzo J., Montain J. e Coyle E. (1991). Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *Journal of Applied Physiology*, 71: 871-877.
- Haugen, T. Tonnessen, E., Seiler, S. (2013). Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995-2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8: 148-156.
- Hill, D., Davey, K., e Stevens, E. (2002). Maximal accumulated O₂ deficit in running and cycling. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27: 463–478.
- Iaia F., Rampinini E. e Bangsbo J. (2009). High-Intensity Training in Football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3): 291-306.
- Ingebrigsten, J., Bendiksen, M., Randers, M., Castagna, C., Krstrup, P. e Hollermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer

players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *Journal of Sports Science*, 30: 1337-1345.

- Kalva-Filho C., Loures J., Franco V., Kaminagakura E., Zagatto A. e Papoti M. (2013). Comparação da potência anaeróbia mensurada pelo teste de rast em diferentes condições de calçado e superfícies. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19 (2): 142 - 145.
- Kaminagakura E., Zagatto A., Redkva P., Gomes E., Loures J., Kalva-Filho C. e Papoti M. (2012). Can the running-based anaerobic sprint test be used to predict anaerobic capacity? *Journal of Exercise Physiology*, 15: 90–99.
- Krusptrup, P. e Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class refereeing in relation to physical capacity. Effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*, 19 (11): 881-891.
- Krustup, P., Mohr, M., Steensberg. A, Bencke, J., Kjaer, M. e Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38: 1165-1174.
- Krustup, P., Zebis, M., Jensen, J. e Mohr, M., (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 437-441.
- Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 27 (13): 1463–1469.
- Lago, C. e Martín, R. (2007). Determinants of possession of the ball in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 25 (9): 969–974.
- Lago, C., Casais, L., Dominguez, E. e Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sports Sciences*, 10: 103-109.
- Lago-Peñas, C. e Dellal, A. (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *Journal of Human Kinetics*, 25: 93–100.
- Lago-Penas, C. e Lago-Ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 (3): 465–471.

- Lakomy, H. (2000). Physiology and biochemistry of sprinting. In: Haeley JÁ (ed.) Running. Blackwell Science, Oxford - in Livro Gregor Whyte 2006.
- Malina, R. et al. (2009). O jovem futebolista-Uma perspectiva auxológica. Câmara municipal de Cantanhede. FCDEF-UC
- Malina, R., Pena Reyes, M., Eisenmann, J., Horta, L., Rodrigues, J. e Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Science*, 18: 685-693.
- McArdle, W., Katch, F. e Katch, V. (1998). Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan
- Meckel, Y., Machnai, O. e Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (1): 163–169.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Douglas, A., Peltola, E. e Bourdon, P. (2011). Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29 (5): 477–484.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., e Bourdon, P. (2012). Match Play Intensity Distribution in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34: 101-110.
- Mohr, M., Krstrup, P. e Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21: 519-526.
- Mohr, M., Krstrup, P. e Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Science*, 23, : 593-599.
- Mohr, M., Krstrup, P., Anderson, H., Kirkendal, D. e Bangsbo, J., (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22: 341-349.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. e Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches- beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medical Science in Sports*, 14: 156-162.

- Moraes, A. e Pellegrinot (2006). Evolução da potência dos membros inferiores durante um ciclo de treinamento de pliometria no basquetebol masculino. *Revista digital – Buenos Aires*, 10 (94).
- Morouço, P. Vilas-Boas, J. e Fernandes, R. (2012). Evaluation of Adolescent Swimmers Through a 30-s Tethered Test. *Pediatric Exercise Science*, 24: 312-321.
- Nedeljkovic, A., Mirkov, D., Pazin, N. e Jaric, S. (2007). Evaluation of Margaria staircase test: the effect of body size. *European Journal of Applied Physiology*, 100: 115–120.
- Nummela, A., Alberts, M., Rijntjes, R., Luhtanen, P. e Rusko, H. (1996). Reliability and validity of the maximal anaerobic running test. *International Journal of Sports Medicine*, 17: S97–S102.
- O'Donoghue, P., Boyd, M., Lawlor, J. e Bleakley, E. (2001). Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, 41 (1): 1–12.
- Oliver, J. (2009). Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12 (1,): 20-23.
- Osgnash, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R. e Di Prampero, P. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42: 170-173.
- Rampinini, E., Coutls, A., Castagna, C., Sassi, R. e Impellizeri, F. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28: 1018-1024.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F., Castagna, C., Coutts, A. e Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12 (1): 227–233.
- Ré, A., Teixeira, C., Massa, M. e Böhme, M. (2003). Interferência de características antropométricas de aptidão física na identificação de talentos no futsal. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília, 11 (4): 51-56.
- Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15: 257-263.

- Reilly, T. (2003.) Motion analysis and physiological demands. In: Science and Soccer. Eds: Williams, A.M. and Reilly, T. 2nd Edition. London, E & FN Spon: 59-72.
- Richardson, D.J.; Stratton, G. (1999). Preliminary investigation into the seasonal birth distribution of England World Cup campaign players. *Journal of Sports Science*, 17: 821-822.
- Roseguini A., Silva A. e Gobatto C. (2008). Determinações e relações dos parametros anaerobios do RAST, do limiar anaerobio e da resposta lactacidemica obtida no inicio, no intervalo e ao final de uma partida oficial de handebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14: 46-50.
- Santos D., Coledam D. e Dos-Santos J. (2009). Alterações na potência anaeróbia após a pré-temporada em atletas profissionais de futebol. *Movimento & Percepção*, 10 (15): 254 - 263.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M., Campaniço, J., Matos, N. e Leitão, J. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Science*, 32 (20):1831-1843.
- Seabra, A., Maia, J. e Garganta, R. (2001). Crescimento, maturação, aptidão física, força explosiva e habilidades motoras específicas. Estudo em jovens futebolistas e não futebolistas do sexo masculino dos 12 aos 16 anos de idade. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1 (2): 22-35.
- Shephard, R. (1999). Biology and medicine of soccer: An update. *Journal of Sports Science*, 17: 757-786.
- Silva, J., Queiroz, H., Caland, R., Santos, E. e Lima, S. (2016). Potência Anaeróbia de Atletas de futebol nas categorias sub-15 e sub-17. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, .8 (28): 13-18.
- Siqueira, O., Santos, F., Crescente, L., Rocha, A., Lago Filho, J. e Cardoso, M. (2007). Efeitos da maturação biológica sobre a potência anaeróbia e aeróbia em jovens praticantes de futebol. XV Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte. (in: <http://www.cbce.org.br/docs/cd/resumos/329.pdf>)
- Soares, J. (2005). O treino do futebolista: resistência, força e agilidade. Porto, Portugal: Porto Editora, 192 p.
- Spigolon L., Borin J., Leite G., Padovani C. e Padovani C. (2007). Potência anaeróbia em atletas de futebol de campo: diferenças entre categorias *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 6: 421-428.

- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. e Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. An Update. *Sports Medicine*, 35 (6): 501-536
- Strudwick, A., Reilly, T. e Doran, D. (2002) Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42: 239-242.
- Taylor, J., Mellalieu, S., James, N. e Shearer, D. (2008). The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 26 (9): 885–895.
- Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L. e Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on achieving score-box possessions in a random series of team possessions from Norwegian professional soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 28 (3): 245–255.
- Van Winckel, J., Tenney, D., Helsen, W., McMillan, K., Meert, J. e Bradley, P. (2013). *Fitness in Soccer- The Science and Practical Application*. Moveo Ergo Sum _ Leuven.
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G. e Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *International Journal of Sports Medicine*, 31: 304-310.
- Villar, R. e Denadai, B. (2001). Efeitos da idade na aptidão física em meninos praticantes de futebol, 7 (2): 93-98.
- Weineck, J. (2000). *Biologia do Esporte*. Rio de Janeiro, Editora Manole
- Whyte, G. (2006). *The Physiology of Training*. Advanced in sports and exercises science series. Churchill Livingstone Elsevier
- Wilmore, J. e Costill, D. (2000). *Fisiologia del Esfuerzo y del Deporte*. 3th Edition. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Zacharogiannis E., Paradisis G. e Tziortzis S. (2004). An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (Supplement 5): S116.
- Zagatto A., Beck W. e Gobatto C. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (6): 1820-7.

- Zagatto, A., Papoti, M. e Gobatto, C. (2008). Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7: 54–59.
- Zemkova, E. e Hamar, D. (2004). “All-out” tethered running as na alternative to Wingate anaerobic test. *Kinesiology*, 36: 165–172.
- Zubillaga, A., Gorospe, G., Hernández Mendo, A. e Blanco Villaseñor, A. (2007). Analysis of high activity in soccer highest level competition. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6 (S10), 10.